



L'apport de la voix chantée pour l'intégration phonético-phonologique d'une langue étrangère : application auprès d'italophones apprenants de FLE

Sandra Cornaz

► To cite this version:

Sandra Cornaz. L'apport de la voix chantée pour l'intégration phonético-phonologique d'une langue étrangère : application auprès d'italophones apprenants de FLE. Linguistique. Université de Grenoble, 2014. Français. NNT : 2014GREN019 . tel-01321062

HAL Id: tel-01321062

<https://theses.hal.science/tel-01321062>

Submitted on 24 May 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

Spécialité : **Sciences du Langage / Français Langue Étrangère**

Arrêté ministériel : 7 août 2006

Présentée par

Sandra CORNAZ

Thèse dirigée par **Nathalie VALLEE** et

codirigée par **Nathalie HENRICH**

et par **Antonio ROMANO**

préparée au sein du **GIPSA-Lab**

dans l'**École Doctorale Langues, Littératures et Sciences Humaines**

L'apport de la voix chantée pour l'intégration phonético-phonologique d'une langue étrangère : application auprès d'italophones apprenants de FLE

Thèse soutenue publiquement le **12 décembre 2014**,
devant le jury composé de :

Mme Sonia KANDEL

Professeur, LPNC, Université de Grenoble, Présidente du jury

M. Michel BILLIÈRES

Professeur, Octogone, Université de Toulouse II Le Mirail, Rapporteur

M. Claudio ZMARICH

Chargé de Recherche CNR, ISTC, Université de Padoue, Rapporteur

M. Andy ARLEO

Professeur, CRINI, Université de Nantes, Examineur

Mme Claire PILLOT-LOISEAU

Maître de Conférences, ILPGA, Université Paris III Sorbonne Nouvelle, Examineur

Mme Nathalie VALLÉE

Chargée de Recherche CNRS, GIPSA-Lab, Université de Grenoble, Directrice de thèse

Mme Nathalie HENRICH

Chargée de Recherche CNRS, GIPSA-Lab, Université de Grenoble, Co-directrice de thèse

M. Antonio ROMANO

Chargé de Recherche, LFSAG, Université de Turin, Co-directeur de thèse



Il était une fois un homme qui voulait transcender sa souffrance. Il se rendit à un temple bouddhiste pour trouver un Maître qui puisse l'aider. Quand il trouva le Maître, il lui demanda : Maître, si je médite quatre heures par jour, combien de temps me faudra-t-il pour atteindre la transcendance ?

Le Maître le regarda et lui dit : Si tu médites quatre heures par jour, peut-être parviendras-tu à transcender ton existence dans dix ans.

Convaincu qu'il pouvait faire mieux que cela, l'homme lui demanda : Oh Maître, et si je méditais huit heures par jour, combien de temps cela me prendrait-il ?

Le Maître le regarda et lui répondit : Si tu médites huit heures par jour, il te faudra probablement vingt ans.

Mais pourquoi cela me prendrait plus longtemps si je médite plus ? interrogea l'homme.

Le Maître lui répondit : Tu n'es pas là pour sacrifier ta joie ni ta vie. Tu es là pour vivre, pour être heureux et pour aimer. Si tu fais de ton mieux en méditant deux heures, mais que tu y consacres huit heures à la place, tu ne feras que te fatiguer, tu passeras à côté de ton objectif et tu n'apprécieras pas ton existence. Fais de ton mieux, et peut-être apprendras-tu que, peu importe la durée de ta méditation, tu peux vivre, aimer et être heureux.

Ruiz, D. M. (2005). *Les quatre accords toltèques. La voie de la liberté personnelle*. Poches Jouvence. France : Marsat, 76-77.

*À mon précieux Florian : 始め¹
Aux ajustements et aux beautés de la vie.*

À mon amie Sylvie, qui...

*Je dédie également ce travail à tous ceux
Qui m'ont soutenue et guidée au long de ces années,
Et au-delà de ces années de thèse.*

¹ *Hajime*

REMERCIEMENTS

Bien que nominative, une thèse est un travail avant tout collectif.

Je témoigne ma reconnaissance aux professionnels qui ont rapporté les observations sur lesquelles se fondent mes travaux.

Je tiens aussi à saluer les personnes qui y ont contribué à travers nos échanges, et parmi elles, tout spécialement celles nommées ci-dessous.

J'adresse mes premiers remerciements à ceux qui m'ont conduite vers le métier de chercheur. Il aura fallu développer un beau mélange de compétences variées, un processus toujours en cours qui ne cessera jamais, j'en suis convaincue : remise en question et persévérance, autonomie de pensée et confiance, travail de groupe et en solitaire, rigueur et créativité (voire fantaisie), sérénité et volonté, patience et désir...

C'est en premier lieu à mes formidables parents et exceptionnels grands-parents en tant que personnes et dans leur (grand-)parentalité, à mon homme merveilleux, et depuis peu à mes inespérés enfants que je dois les fondations de ces valeurs.

Mais ce travail de thèse n'aurait jamais commencé sans la présence et l'accompagnement de mes encadrants, **Nathalie Vallée**, **Nathalie Henrich** et **Antonio Romano**. Vous avez tous les trois accepté de m'accompagner dans une problématique de recherche qui vous a immédiatement semblé complexe à traiter en termes de paramètres contrôlables et pour laquelle la littérature est encore *scarsa*. Vous avez su m'apprendre la remise en question indispensable au chercheur, tout en me laissant très libre de mes directions et décisions. Un merci spécial à Nath^Δ pour m'avoir fait découvrir autour d'un repas simple mais exquis que les endives braisées pouvaient être sans amertume (oui, on peut y voir une allégorie), et à Nath* pour m'avoir permis, sans le savoir ni le vouloir, de retrouver ma voix chantée lors d'un barbecue fort agréable (non, il n'y a pas d'allégorie).

Cette thèse n'aurait pas non plus vu le jour sans l'assistance technique et les aptitudes en ingénierie de **Lionel Granjon** et **Christophe Savariaux**. Lionel, à toi, je précise que je n'oublie pas le cargo de chocolat qui t'est dû. Tu l'as gentiment décliné en mettant en avant ton professionnalisme et ta sympathie (mais au fond, n'est-ce pas par crainte d'une crise de foie ?). Je te dois tant. Merci d'avoir rendu le principe de certaines statistiques accessibles en prenant pour exemples des choses qui me parlaient : des malades et des médecins, du gâteau et du chocolat... merci !

Je tiens à remercier mes collaborateurs, notamment **Sonia Kandel**, **Agnès Job** et **Frédéric Mouton**. Vous m'avez offert des conseils avisés et des heures de discussion durant lesquelles j'ai beaucoup, beaucoup appris.

Les échanges avec vous huit m'ont progressivement amenée à comprendre en quoi consiste le travail du chercheur et comment le mener correctement. Les problèmes rencontrés sont restés pour beaucoup sans solution définitive, mais je sais maintenant que c'est en cela que notre métier prend racine et c'est cela qui nous pousse à la curiosité, à la remise en question et ainsi, aux joies de cet incroyable univers de la recherche. C'est certain : je sais

ce que je ne referai pas et j'ai compris que la vitesse de travail n'est pas gage de qualité dans bien des circonstances. J'ai gagné en patience et en humilité, mais aussi en capacité à demander de l'aide et à affirmer mes ignorances et mes méconnaissances. Vous m'avez conduite sur la voie de l'acceptation de l'imperfection quand elle a tenté, jusqu'à son maximum, d'atteindre la perfection. Je saurai mieux travailler dorénavant, et je serai plus efficace. Je ferai du *petit mais précis*. J'espère avoir la chance, l'extrême chance, de travailler à nouveau avec vous.

Il y a quelques personnes qui se sont aussi investies dans ce travail de thèse et que je ne voudrais surtout pas laisser dans l'ombre, car elles y ont consacré de nombreuses heures, me faisant économiser du même coup des *jours* de travail (pour être honnête : des semaines de travail). À **Brigitte Bigi** et **Jean-Luc Rouas**, un merci infini pour tout votre travail de segmentation ! Je n'ai pas exploité tout le travail que nous avons effectué mais je le garde bien au chaud pour des observations ultérieures ! J'ai vraiment hâte d'avoir des réponses à nos questions ! J'ai un remerciement très particulier à faire à **Frédérique Letué** et à **Marie-José Martinez** : vous avez pris à bras le corps les données en production du français langue étrangère pour trouver le moyen de les observer intelligemment. Je sais que c'était là un pari de l'extrême ! Quelle chance que des expertes statisticiennes rendent possible ce qui paraît de l'ordre de l'impossible ! Merci également à mes compositrices **Chrystèle Chovelon** et **Nadia Jauneau-Cury** et aux belles chanteuses **Ryme** et **Charlotte**. Beaucoup de bonheur dans mon cœur. Quel plaisir ces quelques heures avec vous autour d'un piano à improviser et à tester les comptines. Je trépigne d'impatience de remettre nos essais à l'œuvre !

Je me tourne à présent vers les **Membres du jury**, que j'aurais probablement dû remercier en premier : ce sont eux qui vont faire « parler » ce manuscrit. C'est un honneur pour moi que vous – **Andy Arleo, Michel Billières, Nathalie Henrich, Sonia Kandel, Claire Pillot Loiseau, Antonio Romano, Nathalie Vallée, Claudio Zmarich** – estimiez la qualité scientifique de ce travail de plusieurs années. J'espère qu'il sera à la hauteur de toute la confiance que m'ont accordée les personnes citées dans ces remerciements et que vous prendrez du plaisir à le découvrir. J'attends de vous les commentaires les plus sincères, mais aussi les conseils les plus avisés, afin d'améliorer mes connaissances et ma démarche scientifique.

Je sais par ailleurs gré aux **candidats aux passations expérimentales** (ainsi que préliminaires) qui ont offert leur temps (parfois plus de 15 heures ! et je pense en particulier à **Brunella, Luca, Antonella, Nicole, Claudio, Vanessa, Edvina, Lorenzo, Ilaria, Teresa, Gelsomina, Noemi, le due Giulia e le due Francesca**) avec, pour seule contrepartie une belle dose de curiosité et de disponibilité, des cours de français, quelques sucreries ramenées de France (chèrement payées, c'est vrai !!) ou deux crédits universitaires. Vous avez eu le courage de faire des allers retours à pied de l'Université au Centre de Recherche, vous avez bravé les barricades des grévistes pour rejoindre le complexe expérimental, et vous avez tous mis un enthousiasme prodigieux à faire ces tests longs et répétitifs... merci. Sans vous, il est certain que cette recherche n'aurait pas avancé. Chers italiens, je vous dédie l'ensemble des

articles qui sont parus ou qui paraîtront, dont le contenu sera en lien avec votre intervention. C'est le moins que je puisse faire pour vous remercier de votre inestimable investissement.

Merci notamment à **Elisa Morano** qui a joué un (très très) grand rôle dans le recrutement des sujets. Elisa, je suis encore désolée que les bienheureuses grèves universitaires pour le droit aux études aient mis à rude épreuve ton travail mais, tu vois, notre partenariat aura malgré tout porté ses fruits ! Merci aussi à **Paolo Mairano, Tiziana, Ester, Marianna, Danilo, Elena, Martina, Federica...** qui êtes venus à ma rescousse. Marianna, Paolo, Martina et Tiziana, merci de votre bienveillance envers moi, je me suis sentie privilégiée : et je me souviendrai, Tiziana, que c'est toi qui as assuré mon casse-croûte durant les dix minutes de pause sauvées au milieu de ces 17 heures de travail quotidien !

À propos des études et de leur mise en place sur le terrain, je remercie chaleureusement **Claudio Zmarich** qui m'a assuré un accueil de très grande qualité à Padoue, en Italie. Claudio, merci de m'avoir fait rencontrer **Renato** ! J'ai passé d'excellents moments avec vous et j'ai adoré aller écouter en votre douce compagnie ces concerts, vraiment. C'est aussi bien sûr grâce à **la belle équipe de l'ISTC**, qui a rendu mon séjour fabuleux (et je le dis sans exagérer !) ! Un remerciement spécial également à **Antonio Romano, aux techniciens et ingénieurs du CLIFU à Turin, Eugenio Polcari** en particulier, et **aux enseignants**, notamment **Marie-Berthe Vittoz**, qui ont facilité le déroulement des expériences. Je souhaite aussi remercier les locuteurs natifs du français qui ont permis la création de la base de données et un large choix dans les stimuli à utiliser pour les tests en perception. Même si je ne rapporte pas les résultats dans ce manuscrit de thèse, je vous dois des données impeccables : **Aurore, Maëva, Pierre, Thierry, Schmill, Nathalie, Florence, Carole, Sylvie** : merci.

Merci à mes chers collègues devenus amis de m'avoir encouragée à persévérer dans ma voie. Je pense notamment à **Anne, Rosario, Hien, Amélie, Audrey et Diane**. Saro, merci à toi en particulier pour ta belle invention du concept de parrainage scientifique d'un humain dès son stade embryonnaire. Louis et Johann, mes fils, sont des enfants chanceux ! Mais je ne peux que dire aussi à **Mathilde, Benjamin, Krystyna, Marine, Claire, Nicolas, Marcela** que je leur dois beaucoup, et même tant ! Et, à **Milie**, un merci conté pour toi.

Je suis heureuse d'avoir eu le soutien de **Carole Chauvin** et **Elisabetta Carpitelli** et les avis de **Michèle Castellengo, Boris Doval, Andy Arleo, Pascal Terrien, Daniele Schön** et **Claire Pillot** dont j'admire tout particulièrement le parcours. Je les salue, ainsi que **Paolo Zedda**, pour leurs retours toujours encourageants qui m'ont dynamisée et aidée à trouver de la valeur. Merci aussi à toi **Charalampos Karypidis** (*dixit* Babis) pour tes explications relatives à la focalisation formantique ! Mais encore, merci à **Thierry Soubrié** et à **François Mangenot** pour avoir cru en mes compétences à entrer dans le monde de la recherche. J'adresse un égard sincère et spécifique à **Dominique Abry** et à **Sandra Trevisi** pour la mise en route vers le Doctorat.

Jess, Nina, Grazia et Saro, un clin d'œil discret pour vous signifier ma reconnaissance pour votre pratique partagée du thème. Années de prépa et séjours à l'étranger sont fort utiles, n'est-ce pas ? Merci Jess, Amélie, Anne, Jérémy, Hien et Audrey pour vos retours sur mon exposé de soutenance.

Merci à celles et ceux qui m'ont apporté leurs suggestions pour la rédaction de ce manuscrit, mais aussi à la rédaction des articles de recherche. Je pense en particulier à Amandine, Andy, Angie, Audrey, Bab, Ben, Claire, Fran, Franck, Grazia, Jérémy, Jess, Lilice, Marine, Marinette, Méliepapillon, Naths, Nina, Nuage, Özlem, Poulet, Saro, Sissi. Et à Alice pour sa chanson des All Blacks *és* PhD.

Ma thèse a été rendue possible grâce aux financements du Ministère (allocation de recherche), de l'Université Franco-Italienne (Bourse Vinci), de la Région Rhône-Alpes (Bourse Explora Doc) et de l'Université de Grenoble (contrat de recherche). Certaines communications orales ont été possibles grâce à des bourses du gouvernement canadien (projet AIRS : merci Annabel, Ross et Jenny notamment !). La période de rédaction a été facilitée par la ville de Saint Alban de Roche, Monsieur Le Maire et la responsable de la bibliothèque, Françoise Debré, qui m'ont offert un espace de travail dans les locaux de la municipalité. Il m'aura été précieux ! Que ces aides prospèrent !

Merci encore à mes chers parents, merci à mes chers grands-parents, de m'avoir accompagnée vers les langues et la phonétique. De la voix. Du chant. Et, à mon frerot : merci d'avoir fait en sorte que je prenne ma place (tu peux revenir maintenant hein !). Car cette thèse est en fait l'une des suites logiques de mon propre combat avec le souffle d'abord et, plus tard, ma langue maternelle, où /y/ et /ø/ n'étaient pas les seuls à me titiller...

Tendres remerciements aux meilleurs nounous familiaux de la fin de rédaction : Mamba, Mamie, Papynet, Papy et Adine : vous nous offrez depuis toujours votre présence et votre amour inconditionnels, mais ces dernières heures chez nous étaient une bénédiction (j'en fais pas trop, je vous promets ! et miaaaam, ces petits plats étaient exquis !). Et merci pour ce superbe pot de thèse avec des produits locaux et maison ! Un régal ! Et merci également pour les dernières semaines où vous avez accueilli tant de douces présences dans votre foyer !

J'en termine, presque, avec un remerciement secret à **mes amies aux perles**. Merci de m'accompagner sur mon chemin de vie. Chut. Pas besoin de vous nommer. Vous, vous savez.

Merci spécial à Sissi.

Et enfin, je termine, pour de bon, en écrivant noir sur blanc à **celui que j'aime** depuis plus de 11 ans que je vis un bonheur croissant à partager mon quotidien avec lui, et que je suis très chanceuse que notre amour aille dans un seul sens, en augmentant sur une échelle logarithmique, de la même façon que celui que nous portons à nos enfants. C'est tout évident pour moi de te dédier, non pas le résultat de ce travail, mon doux aimé, mais ce qu'il a engendré en parallèle. C'est vrai, il nous a rassemblés bien des heures ces dernières années, que ce soit autour d'un écran, d'un papier, ou de la parole (ou autour de Bobby !), mais on a partagé et on partage bien plus que cela et je suis aussi devenue celle que je suis grâce à mon cheminement dans le monde de l'enseignement et de la recherche.

De par l'apprentissage de nos métiers et nos métiers eux-mêmes, à la fois notre couple se solidifie sans cesse et chacun gagne en liberté.

À tous et à chacun, à vous et à toi qui vous demandez à quoi je passe mes journées et mes nuits quand je ne m'occupe pas de mes enfants, de parentalité et de périnatalité, ou encore de cuisine, comment je peux encore prendre du plaisir à travailler sur le même sujet depuis tant d'années, comment je trouve encore des choses à exploiter alors que la réponse vous semble élémentaire pour une simple question qui vous paraît aussi absconse que « *Est-ce que la voix chantée aide à mieux percevoir et à mieux produire /y/ et /ø/ chez des non natifs du français ?* », je peux *enfin* vous inviter à lire mon travail !

Je crois que vous saurez y trouver le résultat des efforts que vous avez consentis à m'offrir et de ceux que j'y ai investis.

Soyez assurés de mon plus profond et sincère respect.

Sandra

RÉSUMÉ

L'objectif du didacticien est d'élaborer une méthode performante dont le contenu et les outils d'enseignement-apprentissage améliorent les compétences phonétiques en langue étrangère. Concernant le contenu pédagogique, les travaux ont montré que les sons et les phonèmes d'une langue inconnue sont traités selon l'organisation de l'espace phonétique et phonologique de la langue maternelle. Les recherches mettent en avant l'intérêt de confronter les systèmes linguistiques afin de prédire les difficultés et les facilités auxquelles seront exposés les apprenants de langue. S'agissant des outils de transmission, les études montrent les effets bénéfiques de l'interdisciplinarité et le rôle pertinent de la musique sur le développement cognitif et des apprentissages. Notre objectif de recherche s'inscrit dans ce contexte scientifique. Notre intérêt est double. D'abord, nous avons tenté d'identifier quel paramètre, inhérent à l'émission en voix chantée et la différenciant de la voix parlée, pouvait faciliter la perception de voyelles non-natives. Ensuite, nous avons souhaité comparer les effets sur la compétence de production de voyelles non-natives de deux méthodes de corrections phonétique, l'une des deux exploitant l'outil « voix chantée ». À travers les résultats de ces études, nous avons essayé de saisir le rôle de l'italien langue maternelle sur la perception et la production du français langue cible. Nos travaux n'ont pas mis en évidence d'effet des modalités fréquence fondamentale et allongement de la durée vocalique sur la discrimination perceptive des voyelles non natives /y/ et /ø/, mais ils suggèrent un rôle du contexte prévocalique sur la perception de la voyelle non-native /y/ en contraste /u/. Nous avons trouvé un effet favorable de la méthode de correction phonétique incluant la pratique chantée sur la production du spectre sonore des voyelles fermées du français, mais pas sur l'évolution des catégories phonologiques à l'intérieur de l'espace acoustique vocalique. Les résultats de ces études soutiennent la théorie que l'enseignement-apprentissage de la phonétique a sa place en classe de langue, et suggèrent que la voix chantée serait, sous certaines conditions, un outil pertinent pour faciliter la perception et la production de voyelles non-natives.

Mots-clés : perception et production, voyelles, voix chantée, didactique, FLE, italien, comptine, phonétique, phonologie, sons, enseignement-apprentissage

ABSTRACT

Specialists in didactics aim to create an efficient method, whose teaching / learning content and tools improve phonetic skills in foreign languages. As for the educational content, research studies have proved that sounds and phonemes of a foreign language are processed according to the structure of the phonetic and phonological space of the native language. Other works point out that it is particularly relevant to compare linguistic systems in order to predict future difficulties and abilities language learners will be confronted with. As for transmission tools, studies have shown the beneficial effects of interdisciplinarity and the pertinent role music plays on cognitive and learning development. Our research objective falls within this scientific context. Our purpose has been two-fold. First, we tried to identify which parameter, related to the production of the singing voice whilst separate from the speaking voice, may facilitate the perception of non-native vowels. Secondly, we aimed at comparing the effects on the ability to produce non-native vowels of two corrective phonetic methods, one of which used the “singing voice” tool. Through the results of these studies, we tried to understand how Italian as a native language interacts with the perception and the production of French as a target language. Our studies have shown that vowel pitch and duration do not impact the discrimination of /y/ and /ø/, and that the consonant sharpness plays a role on the discrimination of /y/ in a CV type syllable. We found a positive effect of the method, which uses singing-voice as a tool, on the production of the sound spectrum of French closed vowels, but not on the evolution of the sounds and phonemes into the acoustic space. Our results support the theory that phonetic teaching and learning is relevant in language classes and suggest that singing-voice may be a useful tool to ease the perception and the production of non-native vowels.

Key-words : perception and production, vowels, singing-voice, didactics, French as a Foreign Language, Italian, ditties, phonetcis, phonology, sounds, teaching and learning

RIASSUNTO

L'obiettivo dell'esperto di didattica è di elaborare un metodo efficace, il cui contenuto e gli strumenti d'insegnamento-apprendimento migliorino le competenze fonetiche in lingua straniera. Riguardo al contenuto pedagogico, le nostre ricerche hanno dimostrato che i suoni e i fonemi di una lingua sconosciuta sono trattati secondo l'organizzazione dello spazio fonetico e fonologico della lingua materna. Queste ricerche evidenziano l'utilità di confrontare sistemi linguistici differenti al fine di predire le difficoltà e le agevolazioni a cui sono esposti gli studenti di lingua straniera come lingua seconda (L2). Per quanto concerne gli strumenti d'insegnamento e apprendimento, le nostre ricerche dimostrano gli effetti benefici dell'interdisciplinarietà ma anche del ruolo pertinente della musica sullo sviluppo cognitivo e sul piano degli studenti. Il nostro interesse di ricerca è doppio. In primo luogo, abbiamo tentato d'identificare quale parametro, inerente alla produzione in voce cantata e che la distingue dalla produzione del parlato, potesse agevolare la percezione di vocali assenti dalla lingua materna. In seguito, abbiamo voluto confrontare gli effetti di due metodi di correzione fonetica, uno dei quali sfrutta lo strumento "voce cantata", sulla competenza di produzione delle vocali del francese /y ø/ non presenti nel sistema vocalico dei locutori di italiano madrelingua. I risultati di questi studi contribuiscono ad individuare l'impatto dell'italiano madrelingua sulla produzione e sulla percezione del francese lingua d'apprendimento. I nostri lavori non hanno evidenziato un effetto delle modalità pitch e durata d'emissione della vocale /y/ e della vocale /ø/ sulla loro discriminazione, ma suggeriscono un ruolo del contesto pre-vocalico sulla percezione della vocale /y/ in contrasto /u/. Abbiamo scoperto un effetto favorevole del metodo di correzione fonetica includendo la voce cantata sulla produzione dello spettro sonoro delle vocali chiuse del francese, ma non sull'evoluzione delle categorie fonologiche all'interno dello spazio acustico. I risultati di questi studi sostengono la teoria secondo la quale l'insegnamento-apprendimento fonetico ha pienamente ragione di essere in classe di lingua, e suggeriscono che la voce cantata sarebbe, sottomessa ad alcune condizioni, uno strumento che facilita la percezione e la produzione di vocali assenti dalla madrelingua.

Parole chiave : percezione e produzione, vocali, voce cantata, didattica, francese lingua straniera, italiano, canzonette, fonetica, fonologia, suoni, insegnamento e apprendimento

RÉSUMÉ LONG

Les sons et les phonèmes d'une langue inconnue sont traités selon l'organisation de l'espace phonétique et phonologique de la langue maternelle. Des études ont montré que des apprenants de langue étrangère, même tardifs, peuvent arriver à un niveau très avancé. Les processus de traitement de l'information acoustique sont encore méconnus, mais de nombreux travaux rapportent un fonctionnement et une interprétation multimodale de la parole. Des travaux convergent vers le postulat que l'audition, l'articulation et la représentation mentale des actes prédits et réels seraient impliqués dans un décodage simultané et en chaîne des informations.

Dans un contexte d'intégration phonétique auprès d'un public adulte non-natif, ces résultats d'études antérieures suggèrent à la fois une adaptation des contenus à enseigner mais aussi l'exploitation d'outils didactiques impliquant plusieurs canaux sensoriels. Les difficultés d'apprentissage peuvent être en partie prédites par une analyse contrastive de la langue de départ et de la langue cible, laquelle analyse facilite l'observation des différences interlangues. Cette démarche peut être avantageusement complétée par les théories et modèles de l'apprentissage des sons, qui interrogent les rapports que ces derniers entretiennent entre eux. Concernant le contenu de la séquence pédagogique, des résultats de recherche ont rapporté les effets bénéfiques de l'interdisciplinarité et de la transversalité. Des études ont montré que la musique accroît l'activité cérébrale et suggèrent qu'elle faciliterait le développement des compétences fondamentales à la réussite acquisitionnelle.

Également, des recherches en neuro-cognition, en linguistique et en musicologie essaient régulièrement de saisir les ressemblances et les divergences entre musique et parole, notamment aux niveaux onto-génétique et grammatical. En didactique des langues, les praticiens utilisent la chanson comme support d'enseignement-apprentissage en ce sens qu'elle est un support motivant et qu'elle se situe à mi-chemin entre langue et musique. Certaines méthodes de correction phonétique s'intéressent également à des concepts en lien étroit avec la musique. L'approche verbo-tonale par exemple suggère entre autres outils la modification de l'acuité des sons, de la durée vocalique et de la fréquence fondamentale.

C'est dans ce contexte que nous avons inscrit notre travail doctoral. Un premier objectif de notre recherche était d'identifier quel paramètre caractéristique de l'émission en voix chantée et la différenciant de la voix parlée, pouvait faciliter la perception de voyelles non-natives. Cette étude a été conduite dans un environnement expérimental, de sorte de contrôler un maximum de variables susceptibles d'impacter la discrimination auditive. Nous avons interrogé en particulier les caractéristiques de durée vocalique et de fréquence fondamentale, auxquelles a été associée celle d'acuité du contexte consonantique, selon la définition des verbo-tonalistes. Un deuxième objectif était de comparer les effets sur la compétence de production de voyelles non-natives de deux méthodes de corrections phonétique. Cette étude exploratoire et longitudinale devait permettre de définir si l'utilisation de la voix chantée et d'activités corrélées pouvait renforcer l'apprentissage de voyelles non-natives. Pour la création des méthodes, les activités et exercices retenus ont été recensés à partir d'ouvrages destinés à des professionnels de la voix, notamment du chant ou de l'orthophonie. Certains autres supports, habituellement utilisés par les enseignants de correction phonétique du FLE, ont été extraits de manuels du domaine. Ces activités et exercices ont été complétés par une série de comptines, conçues *ad hoc*, en respectant des contraintes propres

au genre et aux besoins de la séquence d'intégration phonétique. Les deux études ont été menées en Italie du Nord, auprès d'un public adulte, car communément rencontré dans les cours de FLE, discipline principale de notre thèse de doctorat.

De plus, en nous appuyant sur l'Hypothèse de l'Analyse Contrastive et sur les théories et modèles de l'acquisition, nous avons essayé, à travers ces deux études, de perception et de production, de saisir le rôle de la langue maternelle ou de langues étudiées sur la langue cible. Enfin, en confrontant les résultats obtenus dans les études, nous avons tenté de discuter la notion de boucle auditive et articulatoire.

Nos travaux n'ont pas mis en évidence d'effet des modalités fréquence fondamentale et allongement de la durée vocalique sur la discrimination perceptive des voyelles non-natives /y/ et /ø/, mais ils suggèrent un rôle du contexte prévocalique sur la perception de la voyelle non-native /y/ en contraste /u/. Nous avons trouvé un effet favorable de la méthode de correction phonétique incluant la pratique chantée sur la production du spectre sonore des voyelles fermées du français, mais pas sur l'évolution des catégories phonologiques à l'intérieur de l'espace acoustique vocalique. Les résultats de ces études soutiennent la théorie que l'enseignement-apprentissage de la phonétique a sa place en classe de langue et suggèrent que la voix chantée serait, sous certaines conditions, un outil pertinent pour faciliter la perception et la production de voyelles non-natives.

RIASSUNTO LUNGO

I suoni e i fonemi di una lingua sconosciuta al parlante sono processati da quest'ultimo secondo l'organizzazione dello spazio fonetico e fonologico della lingua materna. Alcuni studi hanno dimostrato che gli studenti della lingua come L2, anche in età avanzata, sono in grado di acquisire un livello molto avanzato in lingua straniera. Però, anche se il processo di trattamento dell'informazione acustica è ancora poco studiato, numerosi lavori attestano un funzionamento e un'interpretazione multimodale della parola. Alcuni lavori convergono verso il postulato che l'audizione, l'articolazione e la rappresentazione mentale degli atti articolari predetti e reali sarebbero implicate nella decodificazione simultanea e a catena delle informazioni. Nel contesto dell'integrazione fonetica in un pubblico adulto francese non madrelingua, i risultati di studi anteriori mostrano che nella scelta delle modalità d'insegnamento viene utile orientare il lavoro fonetico su molteplici canali sensoriali. A tal fine, e per adattare il contenuto delle sessioni di correzione fonetica, è essenziale che l'insegnante di lingua straniera possa predire le difficoltà di apprendimento. Per fare ciò, quest'ultimo può prendere spunto dall'ipotesi dell'analisi contrastiva che postula che l'osservazione delle differenze interlinguistiche permette di anticipare le sole fonti di difficoltà nell'apprendimento della lingua di destinazione. Tuttavia, i risultati della ricerca dimostrano che le teorie e i modelli dell'apprendimento dei suoni, che interrogano i rapporti di questi ultimi tra loro, devono essere usati con lo scopo di confermare le ipotesi formulate dall'ipotesi dell'analisi contrastiva. L'obiettivo dello specialista di didattica è di elaborare un metodo efficace che miri al miglioramento dell'apprendimento: una volta selezionato il contenuto della sequenza pedagogica l'insegnante deve limitarsi a definire gli strumenti d'insegnamento-apprendimento. I numerosi risultati scientifici sugli effetti benefici trasversali della musica sono convincenti, e ne supportano sempre di più l'uso in classe. Alcuni lavori dimostrano che la musica accresce l'attività cerebrale, agevolando di fatto lo sviluppo delle competenze fondamentali per il successo acquisizionale della lingua straniera. D'altro canto, nessuno studio ha potuto stabilire una frontiera netta tra parola e canto, o più in generale tra linguaggio e musica. Tuttavia alcune ricerche di neuro-cognitivisti, musicologi e studiosi di didattica di lingua tentano di individuare le somiglianze e le differenze tra parola e canto, e alcuni ricercatori si sforzano di capire se esiste un'origine comune tra musica e lingua. Tra i metodi di correzione fonetica di cui dispongono i praticanti di lingua l'approccio verbo-tonale, che s'interessa a dei concetti in stretto collegamento tra la lingua e la musica, sfrutta, tra le altre, la nozione di acuità dei suoni, di durata vocalica e di altezza fondamentale. È all'interno di questo contesto di ricerca che iscriviamo il nostro lavoro dottorale. Il primo obiettivo della nostra ricerca è stato d'identificare quale parametro acustico, inerente alla produzione della voce cantata potesse facilitare la percezione delle vocali non native. Questo studio è stato condotto in modo da controllare il massimo numero di variabili suscettibili di avere un impatto sulla discriminazione auditiva, come per esempio le caratteristiche di durata vocalica e di frequenza fondamentale, alle quali è associata quella di acuità del contesto consonantico, secondo la definizione dei verbo-tonalisti. Il secondo obiettivo è stato quello di definire se l'uso della voce cantata, e di altre attività correlate al canto, possa essere di supporto all'apprendimento della lingua straniera. Per questo abbiamo osservato gli effetti di due metodi di correzione fonetica, paragonando i progressi in competenza di produzione delle vocali non native. Le attività e gli esercizi sono stati scelti a partire da opere provenienti dal canto e dalla logopedia, destinate a professionisti della voce. Altri esercizi, già in uso in classe, sono stati estratti da manuali di francese come lingua straniera. A

queste attività e esercizi, abbiamo aggiunto una serie di filastrocche, concepite *ad hoc*, nel rispetto delle regole proprie al genere e dei bisogni delle sequenze d'integrazione fonetica. Questi due studi sono stati condotti in Piemonte, nel nord Italia, con parlanti adulti dell'italiano regionale piemontese, che abitualmente frequentano i corsi di francese come L2, disciplina principale della nostra tesi di dottorato. Prendendo spunto dall'Ipotesi dell'analisi contrastiva e dalle teorie e i modelli dell'acquisizione, abbiamo tentato, attraverso questi due studi di percezione e di produzione, di individuare il ruolo della madrelingua o delle altre lingue studiate sulla lingua di destinazione. In fine, mettendo a confronto i risultati ottenuti, abbiamo tentato di discutere la nozione di anello auditivo e articolatorio.

I nostri lavori non hanno evidenziato un effetto delle modalità pitch e durata d'emissione della vocale /y/ e della vocale /ø/ sulla loro discriminazione, ma suggeriscono un ruolo del contesto pre-vocalico sulla percezione della vocale /y/ in contrasto /u/. Abbiamo scoperto un effetto favorevole del metodo di correzione fonetica includendo la voce cantata sulla produzione del spettro sonoro delle vocali chiuse del francese, ma non sull'evoluzione delle categorie fonologiche all'interno dello spazio acustico. I risultati di questi studi sostengono la teoria secondo la quale l'insegnamento-apprendimento fonetico ha pienamente ragione di essere in classe di lingua, e che la voce cantata sarebbe, sottomessa ad alcune condizioni, uno strumento che facilita la percezione e la produzione di vocali assenti dalla madrelingua.

LONG ABSTRACT

The sounds and phonemes of an unknown language are processed according to the structure of the phonetic and phonological space of the native language. Studies have shown that learners of a foreign language, even late learners, may reach a very advanced level. While the processes of acoustic information treatment remain little known, many studies have shown that the workings and interpretation of speech are multimodal. Other works converge towards the postulate that the hearing, articulation and mental representation of real and predicted acts may be involved in a simultaneous and chain-like decoding of information.

In a context of phonetic integration of an adult non-native audience, the results of such previous studies suggest both that teaching contents may need to be adapted, and that teaching tools implying multiple sensory channels should be used. The difficulties in learning may be partly predicted through a contrastive analysis of the native and target languages, which eases the observation of differences between the two. This approach may be successfully supplemented with the theories and models concerning the learning of sounds exploring the relationships between them. Regarding the contents of the teaching sequence, research studies have proved the benefits of an interdisciplinary and cross-cutting approach. It has also been demonstrated that music enhances brain activity, and that it might favor certain skills essential to a successful acquisition.

Also, research studies in neuro-cognition, linguistics and musicology regularly attempt to grasp the similarities and divergences between music and speech, especially on the ontogenetic and grammatical levels. In language didactics, practitioners use songs as a tool for teaching / learning, as it is generally appealing and halfway between music and speech. Certain phonetic correction methods similarly explore concepts closely related to music. For instance the verbo-tonal approach suggests among other tools modifying the acuity of sounds, the vowel length and the fundamental pitch.

It is in this context that our doctoral work takes root. The first objective of our research has been to identify which parameter that characterises the production of the singing voice while setting it apart from the speaking voice, could facilitate the perception of non-native vowels. Such a study has been conducted in an experimental environment, in order to control as many variables impacting auditory discrimination as possible. We have specifically examined the characteristics of vowel length and fundamental pitch, to which we have associated the acuity of the context of consonants, following the verbo-tonal approach. A second objective has been to compare the effects that two corrective phonetic methods had on the ability to produce non-native vowels. This exploratory and longitudinal study was implemented helping us determine whether using the singing voice tool along with correlative activities might reinforce the learning of non-native vowels.

In order to design our methods we first selected learning activities and exercises from books aimed at voice professionals, particularly singers, singing-voice teachers and speech-language therapists. Other materials already used in classrooms were found in French as a Foreign Language textbooks. Such material was complemented by a series of nursery rhymes conceived *ad hoc* in accordance to the genre's structure and the requirements of the phonetic integration sequence. Both studies were conducted in northern Italy with an adult

population, which is very commonly found in French as a Foreign Language courses, the main discipline of our doctoral dissertation.

Based on the Contrastive Analysis Hypothesis and the acquisition theories and models, we have also attempted to determine the role of the native or studied languages on the target language. Finally, by confronting the results of our studies, we have tried to discuss the notion of auditory and articulatory loop.

Our studies have shown that vowel pitch and duration do not impact the discrimination of /y/ and /ø/, and that the consonant sharpness plays a role on the discrimination of /y/ in a CV type syllable. We found a positive effect of the method, which uses singing-voice as a tool, on the production of the sound spectrum of French closed vowels, but not on the evolution of the sounds and phonemes into the acoustic space. Our results support the theory that phonetic teaching and learning is relevant in language classes and suggest that singing-voice may be a useful tool to ease the perception and the production of non-native vowels.

Table des matières

Table des matières.....	xxii
Liste des tables.....	xxvi
Liste des figures.....	xxviii
Introduction	1
Chapitre I.....	7
Acquisition d'une phonologie en langue étrangère et rôle de la musique pour l'apprentissage	7
I.1 Apprentissage des langues étrangères : théories et modèles	9
I.1.1 L'impact de la langue maternelle sur l'apprentissage d'une langue étrangère.....	11
I.1.2 Traitement de la parole et relation perception-production.....	14
I.1.3 Interlangue.....	19
I.1.3.1 Hypothèse de l'Analyse Contrastive	19
I.1.3.2 Interlangue et interphonologie.....	20
I.1.4 Modèles d'apprentissage des langues étrangères	21
I.1.4.1 Effet « Magnet » de la perception.....	21
I.1.4.2 Perceptual Assimilation Model.....	22
I.1.4.3 Speech Learning Model.....	24
I.1.5 Un rôle possible de la musique pour l'apprentissage phonétique ?.....	26
I.1.5.1 La musique comme support d'intégration phonétique	26
I.1.5.2 Musique et renforcement de l'activité cérébrale	29
I.2 Outils, méthodes et approches « musicales » en intégration phonétique : pratiques courantes et pratiques émergentes.....	33
I.2.1 La méthode verbo-tonale.....	35
I.2.2 La musique comme support à l'acquisition et à l'apprentissage	40
I.2.2.1 Une meilleure réussite scolaire chez les bénéficiaires d'un enseignement musical ou intégré de musique	40
I.2.2.2 Des conditions d'apprentissage améliorées et des processus d'acquisition renforcés	41
I.2.2.3 Des similitudes entre musique et langue	42
I.2.3 L'exploitation difficile de la chanson en phonétique.....	46
I.2.3.1 La chanson pour l'apprentissage linguistique	47
I.2.3.2 La place de la chanson en français langue étrangère	48
I.2.3.3 La chanson en correction phonétique : une ressource inusitée en français langue étrangère	50
I.2.3.4 La voix chantée pour améliorer la parole en français langue étrangère	55
Chapitre II.....	59
De l'italien vers le français : étude comparative des vocalismes, appuyée d'une étude acoustique des productions d'italophones natifs. Prédiction des confusions et hypothèses.	59
II.1 Analyse contrastive du vocalisme de l'italien et du français	62
II.1.1 Inventaire des phonèmes du français et de l'italien.....	62
II.1.2 Caractéristiques acoustiques des voyelles de l'italien et du français	68
II.2 Étude des espaces acoustiques vocaliques de l'italien chez les participants	81
II.2.1 Objectifs scientifiques et hypothèses	81
II.2.2 Matériel et méthode de recueil des données	82

II.2.2.1 Constitution de la base de données	82
II.2.2.2 Contexte d'investigation et dispositif de recueil des données	84
II.2.2.3 Traitement des données	85
II.3 Résultats	87
II.3.1 À propos des systèmes vocaliques	87
II.3.1.1 Phrases lues : tâche 1	87
II.3.1.2 Texte lu : Tâche 2	92
II.3.1.3 Voyelles tenues : tâche 3	98
II.3.2 À propos de convergence formantique	104
II.4 Conclusion, discussion et perspectives de recherche	107
II.4.1 À propos des espaces acoustiques vocaliques	107
II.4.2 A propos des distances entre formants	112
II.5 Confusions prédictibles entre les deux langues et hypothèses sous-jacentes	115
II.6 Conclusion	118
Chapitre III	119
Effet de la durée vocalique, de la fréquence fondamentale et du contexte consonantique sur la perception de voyelles non-natives	119
III.1 Matériel et méthode	123
III.1.1 Corpus audio	123
III.1.1.1 Stimuli syllabiques	123
III.1.1.2 Sélection des stimuli	125
III.1.2 Méthode de l'étude de discrimination perceptive	130
III.1.3 Participants	133
III.1.4 Analyse	134
III.2 Résultats : effets de la hauteur, de la durée vocalique et du contexte consonantique	136
III.2.1 Effet hauteur : expérience 1	136
III.2.2 Effet de la Variation de hauteur : expérience 2	140
III.2.3 Effet de la durée : Expérience 3	141
III.2.4 Effet Répétition de la durée : expérience 4	144
III.2.5 Effet du type de consonne prévocale : expérience 5	146
III.3 Analyse du type d'assimilation perceptive de /y/ et /ø/	151
III.3.1 Quelle assimilation perceptive de /y/ par les italophones ?	151
III.3.1.2 L'antériorité	152
III.3.1.3 Degré d'aperture	160
III.3.1.4 Effet mixé de l'antériorité et du degré d'aperture	164
III.3.2 Quelle assimilation perceptive de /ø/ par les italophones ?	167
III.3.2.2 Effet de l'antériorité ?	172
III.3.2.3 Degré d'aperture ?	173
III.3.2.4 Quel effet associé de l'antériorité et de l'aperture ?	180
III.4 Discussion et conclusion	185
III.4.1 Discussion	185
III.4.2 Conclusion, regards critiques et nouvelles pistes de recherche	188
III.4.2.1 Le problème des différences extrêmes de scores	188
III.4.2.2 Interaction entre connaissances phonétiques en allemand et réussite de la tâche	189
III.4.2.3 Le recrutement des sujets : utiliser un pré-test	192
III.4.2.4 Tâche acoustique ou phonologique ?	193

III.4.2.5 Une consigne à modifier ?	196
III.4.2.6 La question d'exploiter des éléments dissociés et isolés pour observer l'effet de la musique	197
Chapitre IV	199
Effet d'une méthode de correction phonétique incluant le travail en voix chantée sur l'évolution des espaces acoustiques vocaliques.....	199
IV.1 Matériel et méthode	202
IV.1.1 Base de données	202
IV.1.2 Contexte d'investigation et dispositif de recueil des données	204
IV.1.3 Analyse	205
IV.2 De l'italien au pré-test de français : structure de l'interphonologie	207
IV.2.1 Productions des voyelles /i e o u/ en italien et au pré-test de français	207
IV.2.1.1 Systèmes acoustiques vocaliques	207
IV.2.1.2 Convergence formantique	223
IV.2.2 Productions de /y/ et /ø/ au pré-test.....	226
IV.2.2.1 Systèmes acoustiques vocaliques	226
IV.2.2.2 Convergence formantique	226
IV.3 Du pré-test au post-test : évolution de l'interphonologie	227
IV.3.1 Évolution des systèmes vocaliques en langue-cible.....	227
IV.3.2 Évolution de la convergence entre formants.....	240
IV.3.2.1 Convergence formantique des voyelles /i e o u/.....	240
IV.3.2.2 À propos des distances entre formants pour /y/	247
IV.4 Synthèse, Conclusion et Discussion.....	252
IV.4.1 Conclusion	252
IV.4.2 Discussion et perspectives de recherche	254
IV.4.2.1 À propos du rôle de la méthode de correction phonétique incluant le travail en voix chantée	254
IV.4.2.2 À propos des difficultés d'apprentissage et de l'interphonologie	255
IV.4.2.3 À propos des analyses.....	257
IV.4.2.4 À propos de l'évaluation des compétences phonétiques	259
Chapitre V	263
Vers une méthode de correction phonétique incluant la voix chantée	263
V.1 La méthode dans sa globalité	267
V.1.1 Méthodes traditionnelles et méthode intégrant des exercices en voix chantée	267
V.1.2 Activités de la méthode didactique en voix chantée	270
V.1.2.1 Perception visuelle des mécanismes de la voix	270
V.1.2.2 Outil de transcription des sons de la parole : l'API.....	271
V.1.2.3 Détente et cantillations.....	272
V.1.2.4 La perception/proprioception de la sensation d'"acuité" des voyelles	272
V.1.2.5 Vocalisations	273
V.1.2.6 Travail auditif autour de la prosodie et des segments contenus dans la comptine.....	275
V.1.2.7 Travail de visualisation des mouvements articulatoires et triangle vocalique.....	275
V.1.2.8 L'apprentissage d'une comptine didactisée au service de la mémoire et de la motivation	276
V.1.2.9 Productions orale et écrite.....	277

V.2 Intérêt de la vocalise et de la comptine	278
V.2.1 La vocalise : un genre bien défini et un outil d'évaluation et de formation de la voix	279
V.2.2 La comptine : un genre complexe mais un support pédagogique intéressant	280
V.3 Méthodologie de création des vocalises et de comptines pour la correction phonétique	282
V.3.1 Support authentique, didactique ou authentique didactisé ?	282
V.3.2 S'inspirer des contraintes intrinsèques au genre qu'est la comptine	283
V.3.2.1 Les spécificités du texte	284
V.3.2.2 Les spécificités du support musical	284
V.3.3 Fusionner les contraintes propres à la vocalise et à la comptine avec les contraintes pédagogiques	286
V.3.4 Ajouter des contraintes didactiques et phonétiques pertinentes	289
V.3.5 Conclusion	291
V.4 Discussion	291
V.4.1 Une utilisation complexe des axes du triangle vocalique	292
V.4.2 Une correspondance commune inexistante entre phonème et couleur	295
V.4.3 Une vocalise pour parler	296
V.4.4 À propos du texte	297
V.4.5 Un rythme et une mélodie simplistes selon le compositeur	298
V.4.6 Utilité de la méthode	300
Conclusion et perspectives	303
Références	315
Annexes	363

Liste des tables

Table II.1 Distance moyenne entre formants successifs pour les voyelles orales du français et de l'italien prononcées par des locuteurs, mesurées en Hz à partir des valeurs formantiques livrées dans les études susmentionnées.	78
Table II.2 Distance moyenne entre formants successifs pour les voyelles orales du français et de l'italien prononcées par des locutrices, mesurées en Hz à partir des valeurs formantiques livrées dans les études susmentionnées.	79
Table II.3 Âge et niveau de français des locuteurs italophones.	84
Table II.4 Synthèse du nombre de qualités vocaliques (en colonnes) recensées dans les trois corpus de lecture (en lignes) en italien pour les 10 locutrices et 3 locuteurs natifs.....	102
Table II.5 Écarts moyens (en Hz) entre formants successifs et écarts types pour les trois locuteurs et les dix locutrices par voyelle tonique dans les tâches de phrases lues, texte lu et voyelles tenues en italien. La densité du système peut varier entre locuteurs.	105
Table II.6 Écarts moyens (en Bark) entre formants successifs et écarts types pour les trois locuteurs et les dix locutrices par voyelle tonique dans les tâches de phrases lues, texte lu et voyelles tenues en italien. La densité du système peut varier entre locuteurs.	106
Table II.7 Valeurs moyennes et écarts types entre parenthèses pour les trois locuteurs et les dix locutrices par voyelle tonique dans les tâches de phrases lues, texte lu et voyelles tenues en italien. La densité du système peut varier entre locuteurs.	112
Table III.1 Plan d'expérience, avec blocs de test et modalités expérimentales	131
Table III.2 Nombre et pourcentage (entre parenthèses) de stimuli écoutés selon les expériences. [Phase 1 : phonème référent à mémoriser ; Phase 2 : voyelles à comparer au phonème référent émis en phase 1].	131
Table III.3 Répartition du nombre de sujets par expérience et informations diverses. Dans la ligne « Nb sujets », le symbole « - » indique un niveau naïf en français : les sujets ont renseigné dans le questionnaire n'avoir jamais débuté l'apprentissage du français de façon formelle ou informelle, ni avoir séjourné dans une zone francophone.....	134
Table III.4 Blocs de test de l'expérience 1 : effet hauteur.	137
Table III.5 Blocs de test de l'expérience 2 : effet variation de hauteur.	141
Table III.6 Blocs de test de l'expérience 3 : effet allongement de durée vocalique.	142
Table III.7 Blocs de test de l'expérience 4 : effet Répétition de durée.....	144
Table III.8 Blocs de test de l'expérience 5 : effet Consonne.	147
Table IV.1 Valeur de p par t-test apparié appliqué aux mesures moyennes de formants pour les qualités vocaliques /i e o u/ de l'italien (position tonique, corpus de phrases lues, cf. Chapitre II) et du pré-test de français (corpus CVCV), pour les trois locuteurs et les neuf locutrices italophones.	222
Table IV.2 Écart moyen (en Hz) entre formants successifs pour les voyelles communes à l'italien et au français /i e o u/ produites lors de la tâche de phrases lues en italien (à gauche) et de la tâche CVCV pré-test de français (à droite) par l'ensemble des locuteurs italophones d'une part et l'ensemble des locutrices d'autre part. Les valeurs pour les locuteurs s'éloignent de celles de la littérature en raison des productions de LH3 _C pour lesquels on trouve régulièrement des mesures extrêmes.....	223
Table IV.3 Écart moyen (en Hz) entre formants successifs pour les voyelles communes à l'italien et au français /i e o u/ produites à la tâche de phrases lues (en haut) et à la tâche CVCV pré-test (en bas) par les 12 locuteurs et locutrices italophones.....	225
Table IV.4 Écart moyen (en Hz) entre formants successifs pour les voyelles du français absentes de l'italien /y/ et /ø/ produites au pré-test par l'ensemble des locuteurs italophones (à gauche) et l'ensemble des locutrices italophones (à droite).	227

Table IV.5 Valeur p par t-test apparié appliqué aux mesures moyennes de formants pour les qualités vocaliques /i e o u/ du pré-test et du post-test de français (corpus CVCV), pour les trois locuteurs et les neuf locutrices italophones.	235
Table IV.6 Valeur p par t-test apparié appliqué aux mesures moyennes de formants pour les qualités vocaliques /i e o u/ du pré-test et du post-test de français (corpus CVCV), pour les trois locuteurs et les neuf locutrices italophones.	235
Table IV.7 Distance de Bhattacharyya calculée sur des distributions gaussiennes pour certaines paires de voyelles dans le plan F_1/F_2 de l'espace vocalique des locuteurs italophones au pré-test et au post-test de français.	239
Table IV.8 Écart moyen (en Hz) entre formants successifs pour les voyelles communes à l'italien et au français /i e o u/ produites au pré-test et au post-test de français par l'ensemble des locuteurs italophones d'une part et l'ensemble des locutrices d'autre part.	240
Table IV.9 Écart moyen (en Hz) entre formants successifs pour les voyelles communes à l'italien et au français /i e o u/ et pour les voyelles du français absentes de l'italien /y/ et /ø/ produit par chaque participant au pré-test (en haut) et au post-test (en bas).	241
Table IV.10 Écart moyen (en Bark) entre formants successifs pour les voyelles /i e o u/ produit au pré-test et au post-test par genre de sujets.	245
Table IV.11 Mesures d'écart de formants normalisés avec l'écart de formant sélectionné comme référence du français (Calliope, 1989) pour les qualités vocaliques /i/ et /u/ au pré-test (en haut) et au post-test (en bas) de français, prononcées par les trois locuteurs et les neuf locutrices italophones répartis dans les groupes témoin et expérimental.	246
Table IV.12 Écart moyen (en Hz) entre formants successifs pour les voyelles /i e o u/ produites au pré-test et au post-test par l'ensemble des locutrices des groupes témoin et expérimental.	246
Table IV.13 Écart moyen (mesuré en Bark) entre formants successifs pour les voyelles /i e o u/ produites au pré-test et au post-test de français par les locutrices italophones du groupe témoin et du groupe expérimental.	247
Table IV.14 Valeurs moyennes, écarts types (entre parenthèses) et nombre d'occurrences pour les voyelles non-natives produites au pré-test par les locuteurs italophones. Le nombre de voyelles varie en fonction du nombre de données observables dans le corpus.	249
Table IV.15 Valeurs moyennes, écarts types (entre parenthèses) et nombre d'occurrences pour les voyelles non-natives produites au post-test par les locuteurs italophones.	249
Table IV.16 Écart moyen (en Bark) entre formants successifs pour les voyelles du français absentes de l'italien /y/ et /ø/ produit au pré-test et au post-test par genre de sujets.	250
Table IV.17 Mesures d'écart avec la référence prototypique du français (Calliope, 1989) entre paires de formants successifs pour la voyelle /y/ au pré-test et au post-test de français, prononcées par les trois locuteurs et les neuf locutrices italophones répartis dans les groupes témoin et expérimental.	251
Table IV.18 Écart moyen (mesuré en Hertz) entre formants successifs pour les voyelles /y ø/ produites au pré-test et au post-test de français par les locutrices italophones du groupe témoin et du groupe expérimental.	251
Table IV.19 Écart moyen (mesuré en Bark) entre formants successifs pour les voyelles /y ø/ produites au pré-test et au post-test de français par les locutrices italophones du groupe témoin et du groupe expérimental.	251

Liste des figures

Figure I.1 Schéma représentant différents types d'assimilation perceptive des contrastes non-natifs (adapté de Best, 1995). La flèche associée au cas (d) indique la possibilité que ce type de situation conduise à une mauvaise discrimination.	24
Figure I.2 Exemple de figure à disposition des enseignants proposée par la méthode verbo-tonale (à partir de Renard, 1971 : 93). Axe vertical : la force de tension ; Axe horizontal : l'acuité (en gris, les zones respectivement les plus claires (à gauche) et les plus sombres (à droite) ; pour plus de précisions sur ces notions, cf page suivante). La classification ne fait pas consensus (par exemple, Kaneman-Pougatch et Pedoya-Guimbretière (1989) n'attribuent aucune caractéristique d'acuité à /k/ /g/ /ɣ/, alors que Callamand (1981) les considère neutres mais les ordonne malgré tout, indiquant que /k/ est plus tendue que /g/ et /ɣ/.	37
Figure I.3 Exemple de figure à disposition des enseignants utilisant la méthode verbo-tonale pour la correction phonétique du français (à partir de Billières, 2004).	37
Figure II.1 Carte des langues et dialectes parlés en Italie (Flanker, W., 2013). [ndlr : originellement en couleurs, proposée ici en nuancier de gris]	63
Figure II.2 Système vocalique du florentin en syllabe tonique (d'après Malmberg, 1971 ; Rogers et Arcangeli, 2004).	64
Figure II.3 Système vocalique du florentin en syllabe atone (d'après Malmberg, 1971 ; Mioni, 1973).	64
Figure II.4 Système vocalique du piémontais (d'après Gebhardt, 1990).	65
Figure II.5 Système vocalique de l'italien scolaire et administratif en syllabe tonique (d'après Canepari, 2006).	66
Figure II.6 Système vocalique large du français (d'après Léon, 2007). Il s'agit ici d'une représentation typologique maximale.	66
Figure II.7 Superposition des espaces vocaliques de l'italien dans le plan F_1/F_2 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locutrices natives, et issues des articles référencés. Nous rappelons que les différences de valeurs de formants peuvent être dues aux différences de méthodologie expérimentale. Cette remarque est valable pour les sept figures qui suivent.	70
Figure II.8 Superposition des espaces vocaliques du français (voyelles orales uniquement) dans le plan F_1/F_2 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locutrices natives, et issues des articles référencés.	70
Figure II.9 Superposition des espaces vocaliques de l'italien dans le plan F_2/F_3 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locutrices natives, et issues des articles référencés.	71
Figure II.10 Superposition des espaces vocaliques du français (voyelles orales uniquement) dans le plan F_2/F_3 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locutrices natives, et issues des articles référencés.	71
Figure II.11 Superposition des espaces vocaliques de l'italien dans le plan F_1/F_2 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locuteurs natifs, et issues des articles référencés.	72
Figure II.12 Superposition des espaces vocaliques du français (voyelles orales uniquement) dans le plan F_1/F_2 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locuteurs natifs, et issues des articles référencés.	72
Figure II.13 Superposition des espaces vocaliques de l'italien dans le plan F_2/F_3 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locuteurs natifs, et issues des articles référencés.	73
Figure II.14 Superposition des espaces vocaliques du français (voyelles orales uniquement) dans le plan F_2/F_3 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locuteurs natifs, et issues des articles référencés.	73
Figure II.15 Enregistrement d'un sujet au LFSAG à Turin, Italie.	85
Figure II.16 Alignement et étiquetage du groupe nominal [idwelitigandi] (< i due litiganti >) obtenu avec le logiciel SPPAS, et édité sous Praat 5.3.14.	86

Figure II.17 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 5 voyelles, mesurés à partir du corpus de phases lues, pour les locutrices italophones LF1, LF5, LF6 et LF7.	88
Figure II.18 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 6 voyelles, mesurés à partir du corpus de phases lues, pour les locutrices italophones LF3, LF4, LF8 et LF9.	89
Figure II.19 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 7 voyelles, mesurés à partir du corpus de phases lues, pour les locutrices italophones LF2 et LF10.	90
Figure II.20 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 6 voyelles, mesurés à partir du corpus de phases lues, pour les locuteurs italophones LH2 et LH3.	91
Figure II.21 Espace acoustique F_1/F_2 à 7 voyelles, mesuré à partir du corpus de phases lues, pour le locuteur italophone LH1.	92
Figure II.22 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 5 voyelles, mesurés à partir du corpus du texte lu, pour les locutrices italophones LF1, LF6, LF7, LF8 et LF9.	93
Figure II.23 Espace acoustique F_1/F_2 à 5 voyelles, mesuré à partir du corpus du texte lu, pour la locutrice italophone LF5.	95
Figure II.24 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 7 voyelles, mesurés à partir du corpus du texte lu, pour les locutrices italophones LF2, LF3, LF4 et LF10.	95
Figure II.25 Espace acoustique F_1/F_2 à 5 voyelles, mesuré à partir du corpus du texte lu, pour le locuteur italophone LH2.	96
Figure II.26 Espace acoustique F_1/F_2 à 6 voyelles, mesuré à partir du corpus du texte lu, pour le locuteur italophone LH3.	97
Figure II.27 Espace acoustique F_1/F_2 à 7 voyelles, mesuré à partir du corpus du texte lu, pour le locuteur italophone LH1.	97
Figure II.28 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 5 voyelles, mesurés à partir du corpus de voyelles tenues, pour les locutrices italophones LF3 et LF6.	98
Figure II.29 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 6 voyelles, mesurés à partir du corpus de voyelles tenues, pour les locutrices italophones LF7, LF8, LF9 et LF10.	99
Figure II.30 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 7 voyelles, mesurés à partir du corpus de voyelles tenues, pour les locutrices italophones LF1, LF2, LF4 et LF5.	100
Figure II.31 Espace acoustique F_1/F_2 à 5 voyelles, mesuré à partir du corpus de voyelles tenues, pour le locuteur italophone LH3.	101
Figure II.32 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 6 voyelles, mesurés à partir du corpus de voyelles tenues, pour les locuteurs italophones LH1 et LH2.	101
Figure II.33 Vocalismes les plus représentés dans les productions des 10 locuteurs et 3 locutrices italophones testés.	102
Figure II.34 Variantes les plus fréquemment observées dans les productions des italophones testés. À gauche en bas, deux variantes de système à 5 voyelles ; à droite en bas, une variante du système à 6 voyelles.	103
Figure II.35 Durée moyenne et écart-type des voyelles /e/ et /ɛ/ produites par les 13 locuteurs italophones en langue maternelle pour les tâches de lecture 1 et 2 (en uni : les voyelles toniques, en hachuré : les voyelles atones).	109
Figure III.1 Enregistrement d'une des chanteuses dans la chambre anéchoïde du GIPSA-lab.	124
Figure III.2 Succession des écrans dans les deux tests visant la sélection des meilleurs stimuli audio. Dans le premier test (à gauche), le sujet devait cliquer sur l'étiquette qu'il souhaitait associer à la voyelle perçue. Dans le second test (à droite), il devait presser l'un des deux boutons de réponse pour signifier la catégorie de la voyelle entendue. Dans cette deuxième expérience les touches étaient contrebalancées d'un sujet à l'autre... ..	126
Figure III.3 Score moyen de réussite au test de catégorisation des voyelles pour les 12 sujets en fonction des locuteurs (Ho1 = voix d'homme, Fe1 = voix de femme).	126

Figure III.4 Score moyen de réussite au test de catégorisation des voyelles pour les 11 sujets en fonction des degrés d'aperture et du locuteur (Ho1 + Fe1 = stimuli homme et femme mixés ; Ho1 = voix d'homme, Fe1 = voix de femme).....	127
Figure III.5 Pourcentage de stimuli classés comme chant en fonction de leur durée. Chaque moyenne est calculée à partir du nombre de stimuli de même durée présentés à l'ensemble des sujets. Par exemple, les sujets ont classé dans la catégorie "chant" 25 % des stimuli d'une durée de 200 ms, quelle que soit leur hauteur. ..	128
Figure III.6 Pourcentage de stimuli classés « chant » en fonction de leur hauteur. Chaque moyenne est calculée à partir du nombre de stimuli de même hauteur présentés à l'ensemble des sujets.	128
Figure III.7 Pourcentage de stimuli classés « chant » en fonction de l'association hauteur * durée. Chaque moyenne est calculée en intra-catégorie. Par exemple, pour H1 * D2, 14,6 % des stimuli ont été classés dans la catégorie chant.	129
Figure III.8 Condition de passation des expériences 1 à 5 au CNR de Padoue, Italie.....	132
Figure III.9 Succession des écrans phase 1 puis phase 2 pour les cinq expériences. Le sujet devait presser au clavier l'une des deux touches de réponse, ces dernières étant contrebalancées d'un sujet à l'autre.	132
Figure III.10 Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ selon la modalité hauteur (H1 H3 H5).....	138
Figure III.11 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction de la hauteur, contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ mixés (H1 = la2, H2 = si2, H3 = do3, H5 = mi3).....	139
Figure III.12 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction de la hauteur, contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ mixés (H1 = la2, H2 = si2, H3 = do3, H5 = mi3).....	139
Figure III.13 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction de la hauteur en contraste fermé /i/ /u/ mixés (H1 = la2, H2 = si2, H3 = do3, H5 = mi3).	140
Figure III.14 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction de la modalité durée, contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ mixés (D2 = 200 ms, D4 = 400 ms, D6 = 600 ms).	142
Figure III.15 Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /ø/ selon la durée d'émission de la voyelle (D2 D4 D6) en bloc de test /i/.....	143
Figure III.16 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction de la modalité durée, contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ mixés (D2 = 200 ms, D4 = 400 ms, D6 = 600 ms).	143
Figure III.17 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction de la modalité durée répétée, contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ mixés (D2 D2 D2, D4 D4 D4, D6 D6 D6).	145
Figure III.18 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction de la modalité durée répétée, contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ mixés (D2 D2 D2, D4 D4 D4, D6 D6 D6).	145
Figure III.19 Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ selon la modalité contexte consonantique (/p/ /t/).	147
Figure III.20 Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ en contraste /u/ selon la modalité hauteur (H1 H3 H5). .	148
Figure III.21 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en contraste /u/ et en fonction de la hauteur (H1 = la2, H2 = si2, H3 = do3, H5 = mi3) (N = 34 sujets).....	149
Figure III.22 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en contraste /u/ en fonction de la hauteur, (H1 = la2, H2 = si2, H3 = do3, H5 = mi3) et de la consonne prévocalique (/p/ /t/) (N = 33).	150
Figure III.23 Cercle des projections facteur 1 * facteur 3, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ en contexte consonantique prévocalique /t/ selon la modalité hauteur (H1 H3 H5).....	150

Figure III.24 Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ selon la modalité contraste (/i/ /u/) pour 33 sujets.	151
Figure III.25 Expérience Variation de hauteur. Cercle des projections facteur 1 * facteur 3, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ selon le contraste (/i/ /e/ /o/ /u/) (les facteurs 1 * 3 sont principalement représentatifs des variables scores * antériorité).	153
Figure III.26 Expérience Variation de hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z2 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 3 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).	154
Figure III.27 Expérience Durée. Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ selon la modalité contraste (/i/ /e/ /o/ /u/).	154
Figure III.28 Expérience Durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z2 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).	155
Figure III.29 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction du contraste (/i/ /u/).	155
Figure III.30 Temps de Réaction (en ms) par sujet pour la discrimination de /y/ (en contraste /i/ (tiret gris) et en contraste /u/ (tiret noir), obtenus à partir des taux de détection correcte de la cible /y/ (le triangle représente le temps de réaction moyen par sujet pour l'expérience). En abscisse, pour chaque sujet (numéro à un ou deux chiffres), est transcrit le temps de réaction moyen (en ms) pour /i/ et /u/, ainsi que la moyenne.	156
Figure III.31 Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z2 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).	157
Figure III.32 Expérience Hauteur. Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction du contraste de référence (/i/ /e/ /o/ /u/). Les chiffres correspondent à des numéros de sujets.	158
Figure III.33 Expérience Variation de hauteur. Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction du contraste de référence (/i/ /e/ /o/ /u/).	158
Figure III.34 Expérience Répétition de la durée. Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction du contraste de référence (/i/ /e/ /o/ /u/).	159
Figure III.35 Expérience Durée. Discrimination correcte de la voyelle non-native /y/ selon le contraste de référence.	159
Figure III.36 Expérience Hauteur. Discrimination de /y/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 2 sont principalement représentatifs des variables scores * aperture).	160
Figure III.37 Expérience Hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z2 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).	161
Figure III.38 Expérience Durée. Discrimination de /y/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 2 sont principalement représentés par les variables scores * aperture).	161
Figure III.39 Expérience Durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).	162
Figure III.40 Expérience Variation de hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z2 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).	162

Figure III.41 Expérience Répétition de la durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).....	163
Figure III.42 Expérience Hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z2 * z3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités antériorité * aperture).....	165
Figure III.43 Expérience Variation de hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z2 * z3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités antériorité * aperture).....	165
Figure III.44 Expérience Répétition de la durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z2 * z3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités antériorité * aperture).....	166
Figure III.45 Expérience Durée. Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ selon le contraste (les facteurs 1 * 2 sont principalement influencés par les variables antériorité * aperture).	166
Figure III.46 Expérience Durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z2 * z3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités antériorité * aperture).....	167
Figure III.47 Expérience Hauteur. Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 3 sont principalement représentatifs des variables scores * antériorité).....	168
Figure III.48 Expérience Hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).....	168
Figure III.49 Expérience Durée. Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 3 sont principalement représentatifs des variables scores * antériorité).....	169
Figure III.50 Expérience Durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 3 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).....	169
Figure III.51 Expérience Variation de hauteur. Taux de discrimination correcte de la voyelle non-native /ø/ selon le contraste (référence).....	170
Figure III.52 Expérience Variation de hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).....	170
Figure III.54 Expérience Répétition de la durée. Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction du contraste (/i/ /e/ /o/ /u/).	171
Figure III.55 Expérience Répétition de la durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).....	171
Figure III.56 Expérience Hauteur. Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction du contraste (/i/ /e/ /o/ /u/).....	172
Figure III.57 Expérience Durée. Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction du contraste (/i/ /e/ /o/ /u/).....	173
Figure III.58 Expérience Hauteur. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 2 sont principalement représentatifs des variables scores * aperture).	174

Figure III.59 Expérience Hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).	175
Figure III.60 Expérience Durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).	176
Figure III.61 Expérience Variation de hauteur. Taux de discrimination correcte de la voyelle non-native /ø/ selon le contraste (référence). En noir, l'écart interquartile, la médiane, les scores minimum et maximum, et les outliers. En gris, la représentation de la moyenne et de l'écart-type.	176
Figure III.62 Expérience Répétition de la durée. Taux de discrimination correcte de la voyelle non-native /ø/ selon le contraste (référence). En noir, l'écart interquartile, la médiane, les scores minimum et maximum, et les outliers. En gris, la représentation de la moyenne et de l'écart-type.	177
Figure III.63 Expérience Variation de hauteur. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 2 sont principalement représentatifs des variables scores * aperture).	177
Figure III.64 Expérience Variation de hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).	178
Figure III.65 Expérience Répétition de la durée. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 2 sont principalement représentatifs des variables scores * aperture).	178
Figure III.66 Expérience Répétition de la durée. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de S (axes principalement liés aux modalités scores et aperture).	179
Figure III.67 Expérience Hauteur. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 2 * 3 sont principalement représentatifs des variables aperture * antériorité).	181
Figure III.68 Expérience Hauteur. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z2 * z3$ des individus à partir de S (axes principalement liés à aperture et antériorité).	181
Figure III.69 Expérience Durée. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 2 * 3 sont principalement représentatifs des variables aperture * antériorité).	182
Figure III.70 Expérience Durée. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z2 * z3$ des individus à partir de S (axes principalement liés à aperture et antériorité).	182
Figure III.71 Expérience Variation de hauteur. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 2 * 3 sont principalement représentatifs des variables aperture * antériorité).	183
Figure III.72 Expérience Variation de hauteur. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z2 * z3$ des individus à partir de S (axes principalement liés à aperture et antériorité).	183
Figure III.73 Expérience Répétition de la durée. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 2 * 3 sont principalement représentatifs des variables aperture * antériorité).	184
Figure III.74 Expérience Répétition de la durée. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z2 * z3$ des individus à partir de S (axes principalement liés à aperture et antériorité).	184
Figure III.75 Expérience Variation de hauteur. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z3$ des individus à partir de S.	189
Figure III.76 Expérience Consonne. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de S selon des données sociolinguistiques recueillies (allemand étudié vs non étudié) par le biais des questionnaires remplis par les participants.	190
Figure III.77 Expérience Durée. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de S (axes principalement liés à scores * antériorité).	191
Figure III.78 Expérience Répétition de la durée. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z3$ des individus à partir de S.	191

Figure IV.1 Alignement et étiquetage des voyelles[y] dans le pseudo-mot [tyty] (<tutu>) avec le logiciel Praat 5.3.14.	205
Figure IV.2 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour la locutrice italophone LF1.....	228
Figure IV.3 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour la locutrice italophone LF9 _C	229
Figure IV.4 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour les locutrices italophones LF3, LF5, LF6, LF7 _C et LF8 _C	231
Figure IV.5 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour les locutrices italophones LF2 et LF4.	232
Figure IV.6 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour le locuteur italophone LH1.....	233
Figure IV.7 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour le locuteur italophone LH2 _C	234
Figure IV.8 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour le locuteur italophone LH3 _C	234
Figure IV.9 Mise en place de la catégorie non-native /y/ dans l'espace acoustique des 12 locuteurs italophones du pré-test au post-test de français.	237
Figure IV.10 Mesures d'écart F_4-F_3 (en haut) et F_3-F_2 (en bas) normalisées avec la mesure d'écart retenu comme référence pour le français (Calliope, 1989).	243
Figure IV.11 Mesures d'écart F_2-F_1 normalisées avec la mesure d'écart retenu comme référence pour le français (Calliope, 1989). LH3 _C présente un comportement atypique.	244
Figure IV.12 Mesures d'écart avec la référence prototypique du français (Calliope, 1989) au pré-test et au post-test de français, entre F_2 et F_3 (en haut) F_1 et F_2 (en bas) pour /y/ produit par les locuteurs italophones.	248
Figure IV.13 Espace acoustique F_1/F_2 , mesuré à partir du corpus de voyelles tenues en français langue maternelle produites par l'enseignante.	259
Figure V.1 Exemple de schéma présentant les systèmes respiratoire et laryngé (vus de face) et le système supra-laryngé (vu de côté) de la production de la voix.....	270
Figure V.2 Exemple de vocalise pour une série de voyelles de même degré d'aperture (Cornaz, Chovelon et Jauneau-Cury, 2014).....	274
Figure V.3 Exemple de vocalises pour une suite des voyelles de même trait d'antériorité (Cornaz, Chovelon et Jauneau-Cury, 2014).	275
Figure V.4 Comptine Une puce fume la pipe composée pour l'apprentissage de /y/.	276
Figure V.5 . Partition de la chansonnette Une puce, Un pou (publiée par www.ribambelle.asso.fr/).	288
Figure V.6 Partition de la comptine Une souris verte (Stéphyprod, 2012).	288
Figure V.7 Le triangle acoustique des voyelles orales du français (valeurs recueillies par nos soins à partir d'enregistrements de trois locutrices natives du français). [a] pourrait éventuellement être supprimé étant donné qu'il est en voie de disparition en France métropolitaine (cf. le projet Phonologie du Français Contemporain, Durand et al., 2002a ; 2002b).	290
Figure V.8 Exemple d'adaptation didactique du triangle vocalique (pour les voyelles orales du français).	292
Figure V.9 Vocalise initiale consistant à travailler la perception, la proprioception et l'articulation des voyelles antérieures orales non arrondies.	293
Figure V.10 Vocalise consistant à travailler la perception, la proprioception et l'articulation des voyelles antérieures orales arrondies.	294

Figure V.11 Vocalise complémentaire légèrement complexifiée au niveau articulatoire et rythmique consistant à travailler la perception, la proprioception et l'articulation des voyelles antérieures orales arrondies.	294
Figure V.12 Vocalise consistant à travailler la perception, la proprioception et l'articulation des voyelles orales fermées.	295
Figure V.13 Correspondances entre couleurs et phonèmes oraux du français proposées par un chanteur amateur natif. Sur l'axe du trait d'antériorité peut être ajouté la notion d'arrondissement.	295
Figure V.14 Correspondances entre couleurs et phonèmes oraux du français proposées par une apprenante native de l'italien. Notons qu'aucune suggestion de couleur n'a été apportée pour deux phonèmes.	296
Figure V.15 Vocalise voisine de l'acte de parole.	297
Figure V.16 Première version de La Puce.	299
Figure V.17 Deuxième version de La Puce.	299
Figure V.18 Troisième version de La Puce.	299
Figure V.19 Quatrième version de La Puce.	300

Introduction

Savoir qu'on ne comprend plus rien est la première étape pour comprendre quelque chose.

Grad, M. [1995] (2006) *La princesse qui croyait aux contes de fées*. Le Touvet : Ambre, 29.

L'enseignement traditionnel de la compétence orale en langue étrangère porte communément sur la grammaire (Freland-Ricard, 1996) et le lexique (Huot, 1973 ; Diana, 2010 ; Blanche-Benveniste, 2011), moins souvent sur la phonétique alors même qu'une communication orale réussie en dépend également (Narcy-Combes, 2010). En témoignent, à l'échelle européenne, le *Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues* (Conseil de l'Europe, 2001) et, à l'échelle française, les textes du MENESR (1997 ; 2008). Ceux-ci accordent une place réduite à la phonétique comparativement aux autres sphères langagières. Dans le domaine du Français Langue Étrangère, les manuels généraux, même quand ils portent sur l'oral uniquement, proposent rarement des exercices phonétiques. Ces derniers sont alors confondus dans des rubriques plus larges (à titre d'exemple, cf. *Grand large 1*) ou sont intégrés à des activités hors rubriques, pouvant empêcher la mise en évidence du lien inextricable unissant phonétique et langue (cf. *Archipel*, *Cartes sur table*, *Sans frontières*). De plus, les manuels exclusivement consacrés à la phonétique sont moins nombreux que ceux portant sur la grammaire ou le vocabulaire et sont, de toutes les façons, globalement plus récents (par exemple : Callamand, 1981 ; Callamand et Pedoya, 1984 ; Abry et Chalaron, 1997 ; Abry et Veldeman, 2007 ; Leon, 2007).

Sur le plan de la didactique de la phonétique, le tour d'horizon de la littérature scientifique du contenu des manuels de français langue étrangère et des rapports de terrain montre une tendance à négliger les informations segmentales au profit des données suprasegmentales. Les approches communicative (Guimbretière, 1994 entre autres) et actionnelle (CECRL, 2001) elles-mêmes, qui sont d'actualité en didactique des langues et qui prônent l'intérêt de l'oral, considèrent d'abord les éléments rythmiques et intonatifs, défendant l'idée que l'acte de communication est avant tout de type global. Pourtant, la construction du sens passe aussi par le son (Richterich et Suter, 1981), et les structures phonétique et phonologique de la langue maternelle conditionnent inévitablement les processus de traitement des sons et des phonèmes non-natifs (Polivanov, 1931 ; Troubetsky, 1939). Depuis le début du XX^{ème} siècle, des chercheurs s'intéressent à cette question ainsi qu'aux autres facteurs impliqués dans la construction et l'évolution de l'*interphonologie*, système intermédiaire en perpétuelle évolution et dont la structure ressemble progressivement davantage à celui de la *langue cible* (ou *langue en cours d'apprentissage*) qu'à celui de la *langue source* (ou *langue maternelle*). De nombreux travaux mettent en exergue la difficulté pour un non-natif de percevoir et de produire la langue étrangère à un niveau similaire à celui d'un natif, et soulignent la spécificité de la structure et de l'évolution du système phonético-phonologique intermédiaire (c'est-à-dire, lors des phases d'apprentissage), en fonction par exemple de la langue première (Kuhl, 1991 ; Flege, 1987 ; Best, 1995) et/ou des langues déjà acquises, des universaux typologiques (entre autres : Lado, 1957 ; Eckman, 1977 ; Renard, 1989 ; Flege, 1995), des stratégies individuelles d'apprentissage (Carré et Hombert, 2002 ; Szyszka, 2011), des paramètres psycho-affectifs (Castelloti et Moore, 2002 ; Vollmeyer et Rheinberg, 2004), etc. Tous ces résultats remettent en cause l'absence de légitimité accordée à la correction phonétique en classe de langue.

Cet état de fait, où l'écrit suscite plus d'intérêt que l'oral dans les systèmes institutionnels et où la grammaire et le lexique sont largement enseignés au détriment de la phonétique, découle logiquement, pour chaque période de l'histoire, des courants politiques et méthodologiques les plus influents (Pedoya-Guimbretière, 1988). Les observations portant sur l'histoire de la didactique de la phonétique en Français Langue Étrangère

(FLE) tendent à montrer en effet que, même si les premiers et rares manuels ou documents datent du XVII^{ème} siècle (Aubin, 2004 ; 2005), sa place est toujours discutée (Aubin, 2004 ; 2005) et limitée (Lauret, 2007) au XXI^{ème} siècle. Si son intégration dans le champ de la didactique des langues étrangères date du XIX^{ème} (Puren, 1988), les premières réflexions sur le contenu et les méthodes de correction phonétique datent des années 1980 (Galazzi et Pedoya-Guimbretière, 1983, cité par Aubin, 2006). Elles font suite aux propositions de la méthode Structuro-Globale Audio-Visuelle² et surtout de l'outil correctif qui s'y rattache : la méthode verbo-tonale (Guberina, 1965 ; Renard, 1971 ; 1979 ; 1989 ; 2002 ; Billières, 2005). L'entrée officielle de la phonétique dans la didactique du Français Langue Étrangère est encore plus récente et résulte de l'impact de l'approche communicative (entre autres Guimbretière, 1994). Un ensemble de facteurs peuvent expliquer que la correction phonétique reçoive peu d'attention, comparativement aux autres aspects linguistiques, et que la compétence écrite soit préférée à la compétence orale dans notre système occidental. Pour des raisons surtout pratiques, la majorité des outils évaluatifs sont par exemple pensés autour du système écrit, parfois même quand l'oral est la compétence visée. La langue orale présente une évolution plus rapide et une variété plus importante que l'écrit. La phonétique est réputée difficile à enseigner de manière ludique : il est fréquent que les exercices de prononciation soient purement articulatoires et répétitifs (Pedoya-Guimbretière, 1988). De nombreuses situations de classe paraissent aux didacticiens et aux enseignants peu compatibles avec les objectifs d'un enseignement phonétique pour lequel des groupes-classe numériquement faibles seraient souhaitables. Enfin, les enseignants de langue sont peu informés de l'intérêt de la correction phonétique et, surtout, y sont rarement formés.

Dans le contexte pédagogique actuel où les propositions interdisciplinaires ou transdisciplinaires sont encouragées, les arts sont de plus en plus souvent utilisés. Les didacticiens recourent ainsi aux pratiques plastiques, cinématographiques, théâtrales, gestuelles, dansées ou musicales. Les travaux scientifiques montrent que toutes offrent une solution intéressante pour l'enseignement-apprentissage des langues étrangères (Aden, 2008 ; Lapaire et Etcheto, 2010 ; Ritt-Cheippe, 2011 ; Masperi et Fonio, *in press* ;...). Plus particulièrement dans le domaine de la correction phonétique en langue étrangère, des enseignants, également chercheurs pour certains, témoignent de l'effet favorable des supports artistiques : la danse pour le travail du rythme (Soulaine, 2010), le théâtre, la musique et le chant pour l'apprentissage de l'intonation (Clark, 2012 ; Ritt-Cheippe, 2010), le chant spécifiquement pour la réflexion méta-phonologique (Zedda, 2006) et l'apprentissage des phonèmes (Cornaz, 2008). Toutefois, les propositions d'exploitation des pratiques artistiques en vue de l'intégration phonétique sont de loin minoritaires, ce qui transparaît bien dans les instructions du CECRL (Conseil de l'Europe, 2001), qui suggère l'utilisation de la chanson et de la comptine dans un but grammatical ou lexical mais jamais phonétique.

Il est tout à fait étonnant de remarquer que, malgré les recherches et les témoignages en faveur de la musique sur l'apprentissage et particulièrement l'apprentissage linguistique, ce support soit pratiquement inexistant en classe de français langue étrangère, et ce d'autant plus dans le domaine de la correction phonétique. En fait, la chanson ne semble pas être des mieux adaptées pour un travail segmental et suprasegmental : en raison des différences structurelles entre les systèmes musical et textuel, la musique soumet le texte à des variations

² Cette méthode est apparue dans les années 1960 et est toujours d'actualité dans une majorité de contextes d'enseignement-apprentissage européens et américains (pour de plus amples informations, consulter Guberina, 1965 ; Puren, 1988 ; Germain, 1993 ; Ivan, 2006).

tonales et rythmiques parfois très importantes (cf. Fónagy, Léon et Carton, 1980 ; Arleo, 2000). Il peut en résulter un signal de parole acoustiquement différent avec, dans certains cas, une dégradation des indices qui assurent une bonne compréhension du texte (Scotto di Carlo, 1991 ; Henrich, Smith et Wolfe, 2011). Également, en voix chantée et voix parlée, les mécanismes physiologiques ne font pas appel aux mêmes processus et stratégies aérodynamiques, acoustiques et articulatoires (Sundberg, 1992 ; Liénard et Di Benedetto, 1999 ; Henrich, 2001 ; Joliveau, Smith et Wolfe, 2004 ; Pettersen, 2005). Dans des cas où la structure musicale est très éloignée de la structure parlée, au lieu de renforcer l'apprentissage phonétique, l'aspect musical de la chanson pourrait ainsi nuire à l'aspect linguistique.

C'est dans cette réflexion que notre étude théorique prend racine. L'effet positif de la chanson sur l'apprentissage suprasegmental rapporté par certains chercheurs et didacticiens, et le débat autour des différences de structures et d'émission du chant et de la parole, nous ont conduit à nous questionner sur l'efficacité d'une pratique chantée contrôlée et/ou didactisée dans un contexte d'enseignement-apprentissage de la phonétique segmentale. Les orthophonistes, les chanteurs et les comédiens utilisent en effet des activités autour de la voix chantée pour développer les sensations proprioceptives, auditives et articulatoires (Grubb, 1979 ; Dupessey et Fournier, 1999 ; Lalain, Demolin, Habib, Nguyen et Teston, 2000 ; Van Eeckhout et Gatignol, 2010 ; Stervinou, 2011), ce qui interroge sur son absence en correction phonétique des langues étrangères. Deux autres raisons sont mises en avant : d'un côté, la voix chantée est, comme la chanson, davantage assimilée au plaisir qu'au savoir (Calvet, 1980 ; Gajos, 2003 ; Boite, 2009), et d'un autre côté, nos observations de terrain montrent que les enseignants imaginent fréquemment qu'il est nécessaire d'être musicien pour utiliser convenablement la chanson et la voix chantée en classe. Deux contre-arguments sont possibles : d'abord, le plaisir est une clé de l'apprentissage (Gardner, 1960 ; Bakeroot, 2000 ; Chen et Chen, 2009) ; ensuite, tout individu sait spontanément chanter et possède en lui son instrument (Delbé, 2009). Ce dernier aspect confère au chant une universalité certaine, atout incontestable quand il s'agit d'enseigner une langue à des étrangers.

Dans ce contexte de réflexion, nous avons identifié un double objectif de recherche. Nous voulons dans un premier temps essayer de comprendre ce qui pourrait, parmi les caractéristiques inhérentes à la voix chantée qui la différencie de la voix parlée, faciliter le traitement discriminatoire et auditif de voyelles non-natives. Dans un deuxième temps nous désirons tester l'effet, sur les compétences en production de voyelles non-natives, d'une méthode innovante de phonétique corrective qui inclut la pratique chantée en plus de la chanson. De la sorte, à travers une première étude – menée en laboratoire –, de type expérimentale et fondamentale, et à travers une deuxième étude – menée sur le terrain – de type exploratoire³ et longitudinale, nous espérons pouvoir fournir de nouvelles données sur les processus de traitement de sons non-natifs, et proposer à la didactique de la phonétique quelques activités issues de méthodes d'orthophonie, de théâtre et de chant. À l'instar d'Harmegnies, Delvaux, Huet et Piccaluga (2005) nous pensons que combiner les approches de terrain et de laboratoire a pour intérêt majeur de croiser les résultats, ou du moins de mieux les interpréter, et que cette forme de travail contribue

³ On pourrait également parler de *recherche-action*, que Bataille (1983 : 33) définit comme une « *boucle récursive entre recherche et action* ». Dans la recherche-action, le chercheur tend à être praticien, et le praticien tend à être chercheur. Ils cherchent à définir un code commun d'intervention.

à défendre la place de la phonétique en classe de langue mais encore à proposer des outils adaptés, innovants et attrayants.

Plus généralement, l'intérêt principal de la présente thèse de doctorat consiste ainsi à tester l'apport de la voix chantée sur la perception et la production de sons non-natifs du français. Nous envisageons de tester l'apprentissage phonétique, selon que l'apprenant est soumis ou non à des variations tonales et temporelles inhabituelles en parole et inhérentes à la voix chantée. Notre problématique se pose alors dans les termes suivants : la voix chantée et des activités corrélées améliorent-elles l'intégration phonétique de segments vocaliques non-natifs ?

Pour répondre à cette question principale, nous proposons de tester des adultes natifs de variantes régionales de l'italien en discrimination auditive et en production des voyelles du français langue étrangère.

Notre premier chapitre « *Acquisition d'une phonologie en langue étrangère et rôle de la musique pour l'apprentissage* » présente le contexte scientifique de notre travail de recherche. L'objectif est de rappeler l'état des connaissances actuelles concernant des processus d'apprentissage des sons et des phonèmes d'une part, et de présenter les liens unissant musique et parole d'autre part. La possibilité d'exploiter la voix chantée comme remédiation ou amélioration de la correction phonétique en classe de langue étrangère chez un public adulte devrait ainsi être mise en exergue. La plupart des recherches portant sur les processus de traitement auditif et cognitif de la langue et de la musique que nous allons présenter dans ce premier chapitre ont été conduites par des linguistes, le plus souvent en dehors de situations écologiques. À l'inverse, la majorité des études menées par des didacticiens autour des méthodes d'enseignement-apprentissage de la phonétique, par exemple l'approche verbo-tonale, sont d'ordre exploratoire et s'inscrivent dans de la recherche-action. Ce premier chapitre servira ainsi de base à la discussion des résultats des études de perception et de production menées dans le cadre de notre recherche doctorale, lesquels sont rapportés dans les chapitres suivants.

Le deuxième chapitre « *De l'italien vers le français : étude comparative des vocalismes, appuyée d'une étude acoustique des productions d'italophones natifs. Prédiction des confusions et hypothèses.* » expose les différences phonétiques et phonologiques entre les langues confrontées dans ce travail, l'italien langue maternelle et le français langue cible. Une section de ce chapitre résume les données de la littérature concernant les variétés de l'italien en particulier au niveau des systèmes phonologiques. Les autres sections interrogent les productions des voyelles en langue maternelle chez les sujets italophones impliqués dans notre recherche. Dans la mesure où la voix chantée porte essentiellement sur les voyelles, nous avons en effet estimé qu'elles permettraient, bien plus que les consonnes, d'observer les effets de la voix chantée (Scotto di Carlo, 1979 ; 2005 ; 2007). Ce chapitre relate le travail de comparaison effectué entre les données de la littérature pour les voyelles de l'italien langue maternelle et du français langue maternelle, mais aussi pour les productions en italien par des adultes natifs impliqués dans notre recherche, l'objectif étant de prédire les difficultés en perception et en production des voyelles non-natives.

Le troisième chapitre, « *Effet de la durée vocalique, de la fréquence fondamentale et du contexte consonantique sur la perception de voyelles non-natives* », présente les résultats d'une première étude qui, à

travers une série de tests perceptifs, vise à observer chez notre public adulte italophone la qualité de discrimination des voyelles antérieures arrondies fermée et mi-fermée utilisées en français mais absentes de son système phonologique maternel, selon que celles-ci sont perçues chantées ou parlées. Comme peu d'informations existent sur les caractéristiques permettant de différencier, voix chantée et voix parlée, nous privilégions dans le cadre de cette thèse les aspects de durée et de hauteur, en observant les effets de leur répétition ou de leur modification sur la perception des voyelles non-natives. Les paramètres de durée et de hauteur sont également exploités par la méthode verbo-tonale en tant qu'outil de renforcement d'indices intrinsèques au signal sonore (Renard, 1971 ; 1979 ; 1989 ; 2002), méthode qui confère aux consonnes une caractéristique d'acuité. Comme nous voyons là un aspect musical, nous avons également testé l'effet de la consonne sur la discrimination de voyelles non-natives, mais dans un cadre non didactique et sans recours aux informations suprasegmentales.

Le quatrième chapitre, intitulé « *Effet d'une méthode de correction phonétique incluant le travail en voix chantée sur l'évolution des espaces acoustiques vocaliques* », s'intéresse aux progrès en production des voyelles orales du français chez deux groupes d'apprenants du français adultes et natifs de l'italien formés différemment à la phonétique. Cette étude vise à vérifier l'apport en correction phonétique d'une méthode incluant une pratique chantée et à comparer ses effets à un enseignement classique. Les effets de chaque méthode sont observés avant et après une formation phonétique théorique et pratique de huit heures.

Le cinquième et dernier chapitre de notre manuscrit, « *Vers une méthode de correction phonétique incluant la voix chantée* », est consacré à la méthode d'intégration phonétique innovante, conçue en amont de l'étude longitudinale présentée dans le quatrième chapitre. Nous y abordons plus particulièrement la façon dont ont été composées les comptines qui ont servi de support didactique pour l'étude de production.

Les résultats obtenus sont discutés et mis en perspective dans la dernière partie de chacun des chapitres.

La conclusion globale de notre thèse vise à confronter l'ensemble des résultats et à les soumettre à la discussion. Nous terminerons avec des suggestions de perspectives de recherche futures, tant sur le plan fondamental que sur le plan technique ou didactique. Notre thèse se situe ainsi à la croisée de la compréhension du traitement des sons non-natifs et de l'ingénierie pédagogique pour le développement d'outils en phonétique corrective.

Chapitre I

Acquisition d'une phonologie en langue étrangère et rôle de la musique pour l'apprentissage

*Un esprit qui s'est élargi pour saisir une idée nouvelle
ne revient jamais à sa dimension originelle.*

Olivier Wendell Holmes.

I.1 Apprentissage des langues étrangères : théories et modèles

Depuis le milieu du siècle dernier, les connaissances sur les processus d'acquisition et d'apprentissage des langues augmentent de façon considérable. Les études mettent en évidence l'existence de processus parallèles entre acquisition d'une langue première et apprentissage⁴ d'une langue étrangère (voir à ce propos la publication de Touchie (1986) qui résume une partie conséquente des études). Les travaux sur l'apprentissage d'un système phonologique non-natif montrent que le traitement perceptif est modelé par de nombreuses contraintes. Parmi elles, citons les tendances universelles des systèmes linguistiques (Eckman, 1977 ; Gass et Selinker, 1994 ; Eckman, 2008 ; Hancin-Bhatt, 2008 ; Tran, 2011 ; Tran et Vallée, 2012), les facteurs sociologiques – notamment l'âge, le milieu social, les connaissances métalinguistiques et linguistiques antérieures... (Major, 2001) –, le contexte d'apprentissage comme l'intensivité et la durée d'exposition (Jenkins et Yeni-Komshian, 1995), et surtout la structure de la langue première, par exemple le mode organisationnel de l'espace perceptif (Kuhl, 1991) et le type d'assimilation perceptive (Flege, 1987 ; Best, 1995). Sont également des facteurs impactant le traitement perceptif : le comportement psycho-affectif, dont la motivation (Gardner, 1960 ; Pimsleur, Stockwell et Comrey, 1962 ; Gardner et Lambert, 1972 ; Viau, 2000 ; Vollmeyer et Rheinberg, 2000 ; 2004), l'émotivité, l'identité (Wachs, 2011), l'estime de soi, l'empathie (Castelloti et Moore, 2002), mais aussi les stratégies individuelles d'apprentissage (Lindblom, 1990a ; Major, 2001 ; Carré et Hombert, 2002 ; Szyszka, 2011) et les aptitudes cognitives et motrices (Strange, 1995).

Le nombre de phonèmes est variable d'une langue à l'autre et chacune possède des frontières catégorielles particulières (Rochet, 1995) car la structure des systèmes phonologiques dépend de la distinctivité perceptive nécessaire à la communication (Lindblom, 1986 ; Schwartz, Boë et Vallée, 1995 ; Schwartz, Boë, Vallée et Abry, 1997a ; 1997c ; Meunier, Espesser et Frenck-Mestre, 2006). Dans un système linguistique donné, l'inventaire des sons, d'ailleurs hiérarchisés en terme de qualité acoustique et qui appartiennent à une même catégorie phonologique, est relatif à des propriétés universelles des langues et du langage, elles-mêmes conséquences d'une interaction de facteurs biologiques et fonctionnels (Vallée, 1994 ; Vallée, Boë, Abry, Schwartz et Berrah, 1996 ; Vallée, Boë et Schwartz, 1997). Les contraintes physiologiques et les effets de saillance perceptive en sont des exemples. Comme nous le rappellerons dans ce chapitre, l'espace perceptif est également conditionné par la structure de la langue première ainsi que par celles de langues étrangères déjà acquises (Troubetzkoy, 1939 ; Flege, 1987 ; 1996 ; Best, 1995 ; Peperkamp, 2007). En situation d'apprentissage d'une langue étrangère, il en résulte un code intermédiaire en perpétuelle évolution (Berthoud et Py, 1979) partant de la langue source et progressant vers la langue cible : l'*interlangue* (Selinker, 1972 ; pour une discussion du concept cf. Galligani, 2003). À celle-ci correspond, dans le cadre précis de la phonologie, un système évolutif appelé *interphonologie*

⁴ Nous utilisons dans ce manuscrit le terme « apprentissage » quand l'apprentissage relève d'une L₂, et le terme « acquisition » quand il s'agit d'un processus d'apprentissage lié à une L₁. Le terme « intégration » peut être quant à lui utilisé dans les deux cas : il désigne le processus de restructuration des savoirs acquis ou appris, processus nécessaire à un usage adapté aux situations rencontrées par la suite.

(initialement, *Interlanguage Phonology*, Tarone, 1987). Afin d'anticiper les risques de transferts et d'interférences de la langue maternelle sur la langue étrangère en cours d'apprentissage, une méthode comparative des langues a été suggérée dans les années 1960 (Lado, 1957). Les différences entre les codes de départ et d'arrivée sont considérées par l'Hypothèse de l'Analyse Contrastive comme la source unique d'erreurs dans l'apprentissage (Lado, 1957 ; Harmegnies, Delvaux, Huet et Piccagula, 2005). Pour remédier aux difficultés d'apprentissage, les recherches en didactique s'intéressent à l'identification d'outils facilitateurs de transmission. Dans ce cadre, l'interdisciplinarité, en tant que disciplines variées travaillées ensemble dans un but de partage des concepts, des connaissances et des compétences, a été rapportée par de nombreuses études en ce qu'elle favorise les acquisitions et apprentissages (Hainaut, 1986 ; Davis, 1995 ; Greeno, 1997 ; Le Saget, 1998 ; Ansart et Natanson, 2003 ; Lattuca, Voight et Fath, 2004 ; cf. aussi la revue *Labyrinthe* et plus particulièrement le niveau consacré à l'interdisciplinarité, notamment l'article de Pasquier et Schreiber, 2007).

Parmi diverses propositions, les pratiques artistiques sont avantageusement exploitées pour favoriser l'intégration globale de la langue ou de sphères langagières spécifiques, notamment en allemand, en anglais, en français, en espagnol, en italien et en chinois et pour un public d'enfants ou d'adolescents (cf. Aden, 2008). Parmi elles, citons l'approche corporelle, gestuelle ou dansée (Lapaire, 2006 ; 2012 ; ainsi que les contributions de : Lapaire et Etcheto, Muller-Jaecki et Soulaïne dans Aden, 2010 ; Voise, 2010), l'approche spécifiquement théâtrale – selon la double articulation théâtre et drama (Llorca, 1995 ; Kao et O'Neill, 1998 ; Marini-Maio et Ryan-Scheutz, 2010 ; Clerc, 2010 ; Schmidt, 2010 ; Schultz, 2010 ; Cornaz et Fonio, 2014 ; Garnier et Spanghero-Gaillard, à paraître), le conte (Cassady, 1994 ; Popet et Rauques, 2000 ; Popet et Herman-Bredel, 2002 ; Domaine *et al.*, 2010 ; Follman, 2013), la poésie (Elbaz, 2010) et le slam (Vorger, 2011), le cinéma (Herron, Dubreil, Cole et Corrie, 2000 ; Di Pardo Léon-Henri, 2012 ; Dubrac, 2012 ; Maury, 2012 ; Piazzoli, 2012), les arts plastiques (Revel, 1994 ; Witzigmann, 2008 ; Elbaz, 2010) ou encore la musique (Lhote, 1995 ; Aubin, 1997 ; Wetter, Koener et Schwaninger, 2009 ; Gourvennec, 2011 ; Ritt-Cheippe, 2010). Dans ces travaux, la musique sert de support pour améliorer la réception et la production phonétiques (Slevc et Miyake, 2006 ; Kolinsky *et al.*, 2009 ; Ritt-Cheippe, 2010 ; 2012 ; Sadakata et Sekiyama, 2011). Des recherches en cognition tentent d'identifier le lien entre traitement de la musique et de la parole, le but étant de mieux comprendre les processus communs et divergents des deux systèmes (Besson et Regnault, 2000 ; Magne, Schön et Besson, 2006). Les données actuelles rapportent en particulier une augmentation de l'activité cérébrale lors d'une exposition à de la musique et un renforcement conséquent des fonctions exécutives, raisons susceptibles d'expliquer une meilleure intégration phonétique⁵ chez des apprenants musiciens (Neville *et al.*, 2009 ; Peretz, Nguyen et Cummings, 2011).

Ce chapitre présente les travaux scientifiques majeurs des dernières décennies sur différents aspects liés à l'apprentissage d'une langue, notamment les processus et facteurs impliqués dans l'apprentissage phonologique en langue étrangère, les aspects théoriques capables d'expliquer le traitement des sons et des phonèmes non-natifs et l'effet de la musique sur les apprentissages, objet au cœur de notre étude. Si les travaux à ce sujet se

⁵ L'appellation *correction phonétique* (Delvaux, Huet, Piccaluga et Harmegnies, 2008) ou *intégration phonétique* (Renard, 1971) regroupe les procédés auxquels recourent communément les praticiens enseignants de langue ou orthophonistes. Le concept d'*intégration* est voué à éviter la charge culturelle non partagée du mot *correction* (Renard, 1979 ; Harmegnies *et al.*, 2005).

sont multipliés depuis une dizaine d'années, il n'existe cependant aucune étude longitudinale spécifique sur le rôle du chant ou de la voix chantée pour l'apprentissage phonétique et phonologique du français chez des apprenants adultes de langue étrangère, ni même d'étude de laboratoire cherchant à identifier les caractéristiques intrinsèques au chant responsables de ses apports bénéfiques pour l'apprentissage phonétique. En quoi la voix chantée pourrait faciliter la reconnaissance, la perception et la production de phonèmes, éléments à la base des mots, de la phrase et du discours ? La voix chantée pourrait-elle améliorer la communication en langue étrangère ? Il s'agit là des objectifs que nous poursuivons avec ce travail de recherche doctorale. Afin de situer et faire comprendre les enjeux de notre étude, nous présentons dans le présent chapitre les différentes théories et modèles d'apprentissage des langues secondes et étrangères évoquées dans les lignes précédentes à partir d'une revue de la littérature orientée successivement sur les aspects suivants : le rôle de la langue maternelle sur l'apprentissage d'une langue étrangère, les processus de traitement de la parole et les relations entre perception et production, les mécanismes de l'interlangue et l'Hypothèse de l'Analyse Contrastive, les modèles d'apprentissage des sons et des phonèmes et enfin, l'effet bénéfique de la musique pour l'apprentissage phonétique.

I.1.1 L'impact de la langue maternelle sur l'apprentissage d'une langue étrangère

La perception de la parole est considérée par l'ensemble de la communauté scientifique comme catégorielle, c'est-à-dire relevant d'un processus de traitement et d'interprétation du signal acoustique continu en unités discrètes et distinctives (Liberman, Harris, Hoffman et Griffith, 1957 ; Liberman, Cooper, Shankweiler et Studdert-Kennedy, 1967). Les recherches ne font néanmoins pas encore consensus sur la manière dont ce processus s'effectue.

Il existe une variabilité acoustico-phonétique intrinsèque et inhérente au signal de parole (Hombert, 1984 ; Meunier, 2001 ; Carré et Hombert, 2002) qui s'explique par la multiplicité des conditions d'émission vocale et des styles de parole des locuteurs (Huet, Harmegnies et Poch-Olive, 2003 ; Nguyen, 2005 ; Benzeghiba *et al.*, 2007 ; Saini et Kaur, 2013), leurs différences physiologiques (Ménard, 2002) et sociolinguistiques (Van de Velde, Van Hout et Gerritsen, 1997 ; Blondeau, Nagy, Sankoff et Thibaul, 2001 ; Van de Velde, Kissine, Tops, Van der Harst et Van Hout, 2010), également les effets inhérents au flux de parole tels que les phénomènes de coarticulation (Meunier et Floccia, 1997), l'accent prosodique (Nicolaidis, 2003) ou le rythme (Baltazani, 2007), la qualité de l'articulation (Lindblom, 1990a), ou encore les modalités internes au son, par exemple la stabilité formantique (Meunier et Floccia, 1999). Une question fondamentale interroge les processus cognitifs impliqués dans le traitement du langage afin de comprendre comment cette variabilité phonétique ne réduit pas les possibilités de compréhension des sons de parole. Des théories postulent la présence d'invariants dans le signal acoustique qui seraient, selon leurs auteurs, l'unique explication pour une identification et une catégorisation abstraites de différentes réalisations physiques communes chez des locuteurs d'une même langue (Liberman et Mattingly, 1985 ; Perkell et Klatt, 1986 ; Stevens, 1989 ; Lindblom, 1990a ; Schwartz, Abry, Boë et Cathiard, 2002 ; Serniclaes, 2005 ; Jacquier, 2008).

Le processus de traitement du signal de parole en unités discrètes et distinctives – les phonèmes – est encore obscur. De nombreux résultats d'études montrent toutefois que l'interprétation de la langue maternelle

conditionne l'apprentissage de la phonologie d'une langue étrangère (Polivanov, 1931 ; Troubetzkoy, 1939 ; Borrell, 1990 ; Bohn et Flege, 1992 ; Rochet, 1995 ; Pallier, Christophe et Mehler, 1997 ; Hallé, Best et Levitt, 1999 ; Flege, 2002 ; Best *et al.*, 2003 ; Aoyama, Flege, Guion, Akahane-Yamada et Yamada, 2004 ; Meunier, Frenck-Mestre, Lelekov-Boissard et Le Besnerais, 2004 ; Tran, 2011 ; Tran et Vallée, 2012). Selon ces auteurs, il s'agit d'une des principales explications de la catégorisation impropre d'un son non-natif par un apprenant. Ce processus analytique qui consiste à percevoir, à se représenter et à décoder un son non-natif selon un système de référence habituel, le plus souvent correspondant au premier code linguistique par ordre d'apprentissage, a été comparé à une *surdité* par Polivanov (1931) et décrit comme un filtre – le *crible phonologique* – par Troubetzkoy (1939). Selon Doupe et Kuhl (1999), cet acte de catégorisation perceptive serait de type inné et progressif. Leur étude révèle une capacité naturelle du petit d'Homme à apprendre à classer des stimuli en catégories discrètes parallèlement à l'intégration des règles de catégorisation d'une langue donnée, cette habileté étant particulièrement efficace durant les premières années de vie (cf. aussi Bijeljac, Bertoncini et Melher, 1993). Doupe et Kuhl montrent également que l'humain pourrait encore à l'âge adulte faire évoluer et adapter ses propres catégories. Un entraînement perceptif orienté spécifiquement sur la discrimination des contrastes phonétiques de la langue étrangère et sur les différences phoniques entre langue maternelle et langue cible le permettrait.

Au sujet de l'évolution des capacités⁶ de discrimination des contrastes phonétiques chez l'humain, des recherches ont montré que les processus de traitement du signal de parole et de classification des sons en unités distinctives porteuses de sens existent aussi bien en langue étrangère qu'en langue maternelle. En langue maternelle, l'organisation du système phonologique se met en place progressivement durant la petite enfance (cf. entre autres Werker, Gilbert, Humphrey et Tees, 1981 ; Werker et Tees, 1983 ; Kuhl, Williams, Lacerda, Stevens et Lindblom, 1992 ; Boysson-Bardies, 1996 ; Vihman, 1996 ; MacNeilage, 1998 ; Lalevée, 2010 ; Monnin, 2010 ; Karmiloff-Smith et Karmiloff, 2012 ; Werker, Yeung et Yoshida, 2012). Cependant que les aptitudes initiales de discrimination chez le nourrisson ne sont pas limitées à la langue maternelle (Eimas, Siqueland, Jusczyk et Vigorito, 1971 ; Swoboda, Morse et Leavitt, 1976 ; Aslin, Pisoni, Hennessy et Perey, 1981 ; Polka et Werker, 1994 ; Werker et Tees, 1984 ; Bertoncini, Bijeljac-Babic, Blumstein et Mehler, 1987), elles ne sont pas pour autant totalement équipotentes (Eimas *et al.*, 1971). Dans une étude qui observe chez le petit enfant la capacité de discrimination des consonnes, Eimas *et al.* (1971) suggèrent le possible effet d'un conditionnement perceptif aux frontières catégorielles de la langue maternelle. Des travaux sur la discrimination des sons chez un nourrisson montrent que la spécialisation du système auditif commence vers six mois (Kuhl, 1987 ; Kuhl *et al.*, 1992 ; Kuhl, 1995) – voire plus tôt encore (Eimas *et al.*, 1971 ; Marean, Werner et Kuhl, 1992) – avec une préférence pour les consonnes dans la reconnaissance des mots (Goyet, Nishibayashi et Nazzi, 2013) pour ne différencier, vers la fin de la première année, que les sons qui entrent dans les contrastes phonologiques pertinents de la langue de l'environnement (Werker et Tees, 1984 ; Werker et Lalonde, 1988 ; Best, 1995). L'affinement perceptif aux contrastes de la langue maternelle se renforce ensuite progressivement

⁶ Legendre (1993) différencie *capacité* vs. *habileté*. La *capacité* relève d'une *aptitude* et peut être perfectionnée, notamment par l'apprentissage. L'*habileté* renvoie à la maîtrise optimale de l'objet désigné. Dans le présent manuscrit, sa terminologie servira de référence.

(Boysson-Bardies, 1996) jusque vers deux ans, si ce n'est sept ans (Fowler, 1991). Les études ne permettent néanmoins pas de savoir si la catégorisation des phonèmes par le nourrisson est innée ou si elle est relative à un apprentissage précoce et rapide.

Cette transformation d'une perception phonétique vers une perception phonémique conditionnée chez l'enfant par sa langue maternelle (Fowler, 1991 ; Vihman, 1996) se répète chez l'apprenant d'une langue seconde ou étrangère⁷ quel que soit son âge (voir par exemple Flege, Munro et MacKay, 1995 ; Flege, Bohn et Jang, 1997 ; Pallier *et al.*, 2003 ; Halle, Chang et Best, 2004 ; Magnen, Billières et Gaillard, 2005). Les résultats des études s'intéressant à l'influence de l'âge sur l'apprentissage phonologique, et plus précisément à l'existence d'un seuil critique au-delà duquel un niveau équivalent à celui d'un natif serait inatteignable, ne font pas consensus. Bien que la raison qui paraisse la plus évidente repose sur les différences de protocoles expérimentaux (Strange, 1995), la variété des propositions concernant un âge critique semble plutôt suggérer qu'une telle hypothèse de seuil n'est pas plausible à cause de différences individuelles (Delvaux *et al.*, 2008), de la diversité des situations d'enseignement-apprentissage (Bialystok et Hakuta, 1999 ; Hakuta, Bialystok et Wiley, 2003) et surtout, de la spécificité du cerveau humain à pouvoir répondre à de nouvelles stimulations même à l'âge adulte (Pallier *et al.*, 2003).

S'il est clairement établi que pour atteindre la compétence de perception et la production d'un natif il est généralement avantageux de débiter l'apprentissage d'une langue étrangère précocement (Oyama, 1976 ; Cook, 1986 ; Dehaene-Lambertz, 1998 ; Flege et MacKay, 2011) et en milieu endolingue, les recherches n'ont en revanche pas établi de lien causal significatif entre apprentissage tardif et faible compétence phonético-phonologique. Certaines études tendent même à montrer que les adultes ont l'avantage par rapport au jeune public d'avoir de nombreuses connaissances et stratégies sur lesquelles s'appuyer pour atteindre leur objectif (Cook, 1986 ; Dekeyser, 2000). Les tenants de l'hypothèse du seuil critique, ou plutôt d'une période sensible puisque le processus est graduel (Flege *et al.*, 1995), ont pour principal argument la diminution de la plasticité du cerveau consécutive au développement de l'humain (Newport, 1990 ; pour une revue, voir Newport, 2002). Cependant, des recherches en neurophysiologie sur la plasticité du cerveau remettent en question le concept de cristallisation neurologique. Des données linguistiques stockées dans la petite enfance et oubliées, pourraient, sous certaines conditions très spécifiques, être remobilisées à l'âge adulte (Pallier *et al.*, 2003). Des individus d'âges différents pourraient obtenir des résultats équivalents en compétences de catégorisation de phonèmes, auparavant inconnus d'eux, à condition de recevoir le même entraînement linguistique préliminaire (Edeline, Pham et Weinberger, 1993). Des études en linguistique menées en laboratoire ont confirmé cette hypothèse. Certains adultes, par exemple d'une moyenne d'âge de 30 ans (Flege *et al.*, 1997) et apprenants tardifs d'une langue étrangère, parviendraient à atteindre le niveau natif en perception et en production (Jenkins et Yeni-

⁷ Dans ce manuscrit, nous utilisons *langue seconde* quand nous évoquons un contexte scolaire ou salarié dans lequel l'apprentissage de la dite langue est imposé à un locuteur et dans lequel coexistent des langues fonctionnellement différenciées (par exemple pour le français : dans le système scolaire marocain pour un autochtone natif, ou encore dans le système scolaire français pour un enfant dont la langue maternelle et première par ordre d'acquisition et d'usage est différente du français). *Langue étrangère* relève plutôt d'un choix de l'apprenant, qui n'a pas absolument besoin de cette langue pour se scolariser ou travailler dans son pays natif. Ces définitions sont bien évidemment discutables et sont simplificatrices d'une réalité sociolinguistique et politique bien plus complexe.

Komshian, 1995 ; Escudero, 2002). C'est ce que démontrent des expérimentations sur la formation de nouvelles catégories de phonèmes (Bohn et Flege, 1992 ; Lively, Pisoni, Yamada, Tohkura et Yamada., 1994 ; Kalliorinne, Peltola et Aaltonen, 2005) ou sur l'apprentissage de la prosodie (Muñoz, 2007). De plus, lorsqu'il s'agit d'intégrer des catégories inexistantes dans la langue source (Flege, 1997), une exposition prématurée et intensive ne garantit pas l'accès au système phonologique de la langue étrangère au même niveau qu'un locuteur natif (Pallier, Bosch et Sebastián-Gallés, 1997), ni même à celui atteint par un locuteur apprenant tardif de la langue étrangère mais ayant une compétence avancée (Flege et MacKay, 2004 ; Kalliorinne *et al.*, 2005). Certaines études tendent même à montrer que la discrimination de phonèmes non familiers d'une langue étrangère n'est pas plus aisée pour un plurilingue que pour un monolingue avancé dans cette langue étrangère (Werker, 1986 ; Burfin *et al.*, 2011). En plus de conditionner l'apprentissage d'une langue étrangère, l'utilisation intensive de la langue maternelle au détriment de la langue étrangère chez des personnes confrontées de façon précoce aux deux langues les conduit presque systématiquement à une perte de compétence phonétique dans la langue étrangère (Flege et MacKay, 2004).

De nombreuses études montrent ainsi un impact important de la langue maternelle sur l'apprentissage phonologique d'une langue étrangère, et remarquent la possibilité, pour des adultes d'un niveau avancé dans la langue étrangère, d'affiner leur perception pour adapter le traitement des sons perçus à celui de la langue cible. La plupart des travaux précédemment cités ont cependant été menés en dehors de tout cadre conversationnel, alors que la parole a pour fonction première la communication immédiate et directe. Cette dernière est d'ailleurs rendue possible parce que l'acte de parole s'inscrit dans un ensemble de deux processus indissociables, la perception et la production. La section suivante présente des résultats de recherche et des propositions de théorie visant à l'observation du lien entre perception et production et à l'explication des processus de contrôle audio-phonatoire.

I.1.2 Traitement de la parole et relation perception-production

Perception et production seraient interdépendantes et nécessaires à assurer un réajustement permanent à la situation communicationnelle : c'est la conclusion de nombreux travaux conduits par exemple sur la comparaison de l'intensité vocale en situations normale et adverse (Lombard, 1911 ; Lane et Tranel, 1971 ; Junqua, 1992 ; Garnier, Henrich et Dubois, 2010), sur les variations articulatoires en parole forte (Schulman, 1989) ou Lombard (Bailly, 2005) et sur l'adaptabilité du débit de parole (Lindblom, 1990a ; Borrell, 1990 ; Schwartz *et al.*, 2002 ; Schwartz, Basirat, Ménard et Sato, 2010). Les processus de parole ne sont néanmoins pas encore parfaitement connus (cf. à ce sujet Bailly, Elisei et Raidt, 2008) et les tentatives de leur explication font débat (pour une revue, se reporter à Diehl, Lotto et Holt, 2004). Cependant, l'étude de Delvaux, Demolin, Soquet (2004) et celles plus récentes d'Aubanel (2011) et de Lelong (2012) ont tenté de relever une convergence phonétique et phonologique dans des actes communicatifs et suggèrent un possible mécanisme régulateur à ce niveau, lequel correspondrait à ce qui a été nommé le *contrôle audio-phonatoire* (Hanley et Steer, 1949 ; Morgan, Lafon et Prelot, 1964 ; Van Summers *et al.*, 1988). Parmi les modèles proposés des processus de perception et/ou de production de la parole, il existe diverses approches qui concordent avec le concept du crible phonologique dans le processus d'apprentissage de la langue maternelle. Nous en proposons ci-après un tour d'horizon.

Les approches auditives supposent que le canal auditif suffit à la compréhension du message dans la mesure où le signal acoustique contiendrait l'ensemble des indices nécessaires et suffisants à l'interprétation des unités acoustiques. Le signal acoustique comporterait les caractéristiques du phonème permettant à l'auditeur de l'identifier par cette seule voie sensorielle. Les tenants des approches auditives défendent l'hypothèse que les trois voyelles cardinales extrêmes /i a u/ doivent leur présence dans la quasi-totalité des langues du monde (au sujet de la présence de ces voyelles dans les langues du monde, voir Liljencrants et Lindblom, 1972 ; Lindblom, 1986 ; Vallée, 1994 ; Schwartz *et al.*, 1997b ; Vallée, Boë et Stefanuto, 1999) à leur saillance perceptive, laquelle assure une bonne discrimination et permet l'imprécision articulatoire (Stevens, 1972). Des études sur les nourrissons ont montré que la sensibilité perceptive à des modèles sonores de la langue maternelle est une condition inéluctable de la reconnaissance lexicale et de la construction de catégories phonologiques (Hallé et Boysson-Bardies, 1994 ; Vihman, Nakai, DePaolis et Hallé, 2004), et que la perception des contrastes phonémiques et la représentation phonétique sont nécessaires à la production de la parole (Ohala, 1996 ; Kuhl, 2000 ; Vihman et DePaolis, 2000).

L'hypothèse d'un signal acoustique suffisant à l'auditeur pour dériver l'information structurelle phonétique et phonologique suscite toutefois des critiques importantes, comme par exemple en ce qui concerne le traitement de la variabilité (pour une revue sur la question, se reporter à Benzeghiba *et al.*, 2007). En parole, des unités sonores possédant des caractéristiques acoustiques différentes doivent être catégorisables comme un seul et même phonème. Or les approches auditives ne permettent pas d'expliquer le traitement perceptif d'unités linguistiques en condition de communication naturelle où le flux de parole est, entre autres, soumis à des effets de coarticulation qui impactent fortement les caractéristiques acoustiques des unités sonores, voyelles ou consonnes. Ces effets sont dus au contexte articulatoire (Lindblom et Studdert-Kennedy, 1967 ; Gendrot et Adda-Decker, 2007 ; 2010 ; Carré, 2008), à la vitesse d'élocution (Schwartz *et al.*, 2002 ; Schwartz *et al.*, 2010), à l'accent dialectal, régional ou étranger (Lin et Simske, 2004), à l'environnement d'émission (Fort, 2011), au locuteur (McDougall, 2006 ; Umesh, 2011 ; Kahn, 2011) et à ses choix articulatoires (Troubetskoy, 1939). Inversement, des études sur l'interprétation linguistique du signal de parole en conditions adverses (bruit, écho, pathologie vocale par exemple) altérant le signal acoustique ou réduisant son intelligibilité ont montré qu'une gêne auditive ne porte pas forcément atteinte à la compréhension du message (Studdert-Kennedy 2002 ; Paire-Ficout, Colin, Magnan et Ecalte, 2003). D'autre part, dans le cadre de l'apprentissage d'une langue étrangère, Borrell (1996b) a montré que la perception de locuteurs non-natifs pourrait être impactée par une erreur systématique de cible articulatoire, suggérant ainsi que le retour auditif ne serait pas, pour un locuteur, l'unique outil de comparaison de la qualité de sa production et confirmant l'existence, en parole, d'une boucle de régulation entre perception et action qui agirait en continu l'une sur l'autre. Au niveau développemental enfin, une étude longitudinale sur des bébés âgés de 11 à 26 mois a permis de montrer que l'apprentissage articulatoire est nécessaire à la catégorisation phonologique en langue maternelle (Vihman, DePaolis et Keren-Portnoy, 2009 ; Keren-Portnoy *et al.*, 2010).

Ces arguments en faveur du rôle suffisant pour récupérer l'information de l'articulation et des représentations sonore et articulatoire stockées en mémoire sont défendus par les tenants des théories motrices de la parole. Ceux-ci postulent que l'interprétation phonétique et phonologique résulte d'une représentation

mentale appariant configuration du conduit vocal et cible acoustique, le signal résiduel n'étant que le produit de la réalisation articulatoire. Ainsi, même en cas de variation du signal acoustique, la constance du percept serait assurée par la reconnaissance interne du geste articulatoire. Ce processus de décodage articulatoire serait inné, immédiat (Fowler, 1986 ; 1996) et inconscient (Liberman et Mattingly, 1985 ; Liberman et Whalen, 2000).

Comme les approches auditives, les théories motrices ne font pas consensus dans la mesure où les conditions d'émission de la parole et les stratégies individuelles des locuteurs peuvent amener à des modifications de positions articulatoires, sans pour autant que le son perçu ne devienne opaque à l'auditeur (Stevens, 1972, 1999 ; Boë *et al.*, 2000 ; Boë, Perrier, Guérin et Schwartz, 1989 ; Savariaux, Perrier et Schwartz, 1995). De la même manière qu'il normalise les différences phonétiques de locuteurs aux caractéristiques individuelles (Ménard et Boë, 2001 ; Ménard *et al.*, 2001), l'auditeur utiliserait une stratégie auditive adaptative (Lindblom, 1990a). L'hypothèse complémentaire amenée par la théorie motrice révisée (Liberman et Mattingly, 1985) est que ce ne sont pas les gestes réels qui permettraient l'interprétation du phonème, ni leur résultat acoustique, mais plutôt les gestes attendus et l'intention phonétique qui correspondraient à des prototypes stockés en mémoire. Cette conception d'un fonctionnement perceptuo-gestuel corrélé à une cible mentale prototypique pourrait être mise en relation avec la théorie des neurones-miroirs (Rizzolati, Fadiga, Gallese et Fogassi, 1995 ; Studdert-Kennedy, 2002 ; Rizzolati et Craighero, 2005 ; Jacob, 2007) et avec de nombreuses études en psycholinguistique sur la capacité d'individus souffrant d'une pathologie vocale de comprendre la parole (Eimas *et al.*, 1971 ; Steinberg et Sciarini, 2006 ; Won *et al.*, 2012 ; Cabrera, Bertoncini et Lorenzi, 2013).

La théorie de la Perception pour le Contrôle de l'Action (PACT : *Perception-for-Action-Control Theory*) défend quant à elle l'idée que la parole nécessite l'association simultanée d'une boucle perceptive et d'une boucle actionnelle (Schwartz *et al.*, 2002). Pour résoudre la plupart des critiques énoncées sur les approches précédentes, les partisans de la PACT postulent que, pour récupérer et traiter les indices perceptifs contenus dans le signal sonore, le locuteur-auditeur ferait usage, de façon naturelle, inconsciente, simultanée et en ligne, d'une compétence sensorimotrice multimodale (Schwartz *et al.*, 2002 ; Perrier, 2005 ; Galantucci, Fowler et Turvey, 2006 ; Schwartz, Ménard, Basirat et Sato, 2012). D'une part le locuteur désambiguïserait les informations phonétiques perçues au sein du cortex auditif (Rauschecker, 2011) par le biais du geste⁸. D'autre part il comparerait les conséquences sensorielles des actions prédites avec celles des actions réelles afin d'inviter si nécessaire à un réajustement immédiat de l'articulation (Hickok, 2012). Ce réajustement ferait appel aux compétences proprioceptives des contrôles articulatoires de l'auditeur, vérifiées par le biais de la boucle perceptuo-motrice (Schwartz *et al.*, 2002 ; Schwartz *et al.*, 2012).

Divers travaux et expériences suggèrent des processus internes complexes et un codage en ligne de l'information. Grabski (2012 ; cf. aussi Sato *et al.*, 2013) émet l'hypothèse que perception et production seraient couplées, interagissant en continu dans un système dynamique, et qu'elles seraient indissociables d'une activité de représentation mentale. Les cibles sensorielles serviraient alors de référent au locuteur. Perception et production ne seraient donc pas simplement corrélées dans une relation à sens unique, par exemple de la

⁸ La notion de "geste" est utilisée, dans notre travail, selon la terminologie de la phonologie articulatoire ; pour plus d'informations, se reporter à Browman et Goldstein, 1989.

perception auditive vers la production comme supposé par Troubetzkoy (1939), Polivanov (1931) et les approches auditives (Stevens, 1989). L'intelligibilité de la parole ne procéderait pas non plus nécessairement d'une information motrice stockée en mémoire vers une production articulée comme supposé par les théories motrices. Des études montrent que le système moteur facilite la mémoire verbale et la segmentation du signal de parole mais qu'il est nécessaire uniquement en situation de parole adverse (Grabski, 2012 ; Grabski *et al.*, 2013). Dans ce cas, il serait impliqué pour pallier l'insuffisance du système auditif à désambiguïser de manière univoque le signal acoustique. Le geste simulerait les hypothèses phonétiques afin de contraindre l'interprétation phonétique (et donc phonologique) des possibles candidats. En revanche, les travaux ne permettent toujours pas de comprendre clairement le rôle du système moteur en situation de parole parfaitement intelligible.

D'autres approches théoriques, celle des exemplaires et la théorie des prototypes, proposent un mode organisationnel des formes mnésiques.

La théorie des exemplaires suggère que toute forme sonore, associée à un mot et entendue de façon récurrente par l'auditeur, serait stockée en mémoire dans une sorte de liste singulière (Jusczyk, 1993 ; Johnson, 1997 ; Bybee, 2001 ; Hawkins, 2003 ; Kirchner, 1999). Dans le cas où les différences articulatoires et la fréquence d'occurrences sont élevées, une trace serait assimilée à un autre lexème et serait également mémorisée comme variante possible du mot. Ainsi, chaque nouvelle occurrence perçue serait comparée de façon immédiate (Johnson, 2005), concrète et détaillée à chacune des traces acoustiques listées et stockées dans le lexique mental, un exemplaire étant activé proportionnellement à son degré de similarité mutuel avec le signal d'entrée sur les plans phonétique ou sémantique (Bybee, 2001). Dans cette perspective, toutes les variantes phonétiques acceptables pour un mot sont contenues en mémoire, ce qui revient à attribuer à l'humain la capacité de stocker pour chaque signal de parole un ensemble de spectres acoustiques et de réévaluer en continu la trace générique de chaque liste, mais aussi de modifier la liste elle-même. Cette théorie est particulièrement intéressante pour expliquer la capacité des locuteurs à converger sur les plans sémantique et articulatoire, mais aussi le processus de la boucle audio-phonatoire dans la mesure où elle postule que l'expérience perceptive influencerait la production.

La théorie des prototypes défend l'hypothèse d'une hiérarchisation des traces, en fonction de leurs spécificités articulatoires, mais plus encore, de leur fréquence d'apparition. L'exemplaire reconnu comme représentant le mieux la catégorie phonétique correspondante ferait office de prototype, et par voie de conséquence, impacterait directement l'organisation de l'espace perceptuel et la catégorisation phonétique (Rosch, 1976 ; Nosofsky, 1986 ; Kuhl, 1991 ; Nguyen, 2005 ; Massaro, 1983). Il s'agit dans ce cas d'une perception catégorielle et continue de la parole associée à une reconnaissance probabiliste d'exemplaires acoustiques dont la reconnaissance par l'auditeur permettrait l'identification du son de parole et sa catégorisation. Les traces acoustiques peuvent varier dans une certaine mesure mais l'ensemble des valeurs interprétées comme une probabilité d'appartenance à une catégorie donnée détermine leur qualité.

Chacune de ces approches et théories cherchant à comprendre les modalités d'identification et d'interprétation linguistique du signal de parole peut trouver des éléments de validation dans des travaux sur l'apprentissage. Néanmoins, les résultats actuels ne permettent pas de valider une théorie plutôt qu'une autre. En effet, des observations sur le terrain, ainsi que des résultats d'études de laboratoire, rendent compte de l'existence

d'une interaction entre perception, production et représentation mentale de la cible sonore, sans permettre à ce jour de comprendre clairement la nature et le fonctionnement de cette interaction.

Considérant le lien perception-production, de nombreux didacticiens (Calbris, 1978 ; Vo, 2000 ; Zedda, 2006 ; Lauret, 2007 ; Léon, 2007) et non-didacticiens (Flege et Hillenbrand, 1984 ; Bohn et Flege, 1992 ; Rochet, 1995 ; Flege, 1995 ; Flege, Frieda et Nozawa, 1997 ; Ingram et Park, 1997 ; Yoon, 2007 ; Kamiyama, 2009 ; Tran, 2011) témoignent par exemple de l'effet d'une perception incorrecte sur les habiletés de production dans une langue non-native, suggérant que la mauvaise interprétation phonético-phonologique du signal de parole impacte négativement les représentations mentales et par voie de conséquence, les performances articulatoires des apprenants (pour une revue, se reporter à Flege, 2003). Cependant, d'autres résultats de recherches conduites sur l'interprétation du signal de parole en unités de sens chez des apprenants de langue étrangère montrent qu'une très bonne catégorisation et interprétation phonologique n'empêche pas une production incorrecte (Goto, 1971 ; Fish, 1984 ; Borrell, 1990 ; Harmegnies et Poch-Olive, 1992 ; Borrell, 1996a). Tran (2011) a par exemple rapporté que des locuteurs natifs du vietnamien sont meilleurs à percevoir qu'à produire certains phonèmes du français. Également, sans ignorer la possibilité d'un traitement auditif inadapté, Cuq et Grucan (2002) ont suggéré que la difficulté de perception ou d'articulation des sons pourrait être reliée à l'incapacité d'un non-natif à imaginer d'autres gestes articulatoires que ceux utilisés dans sa langue maternelle. Des travaux comparant les stratégies articulatoires de phonèmes communs dans plusieurs langues proposent des conclusions allant dans le même sens (cf. par exemple, Honikman, 1964 ; Lowie et Bultena, 2007 ; Borissoff, 2011, 2012). C'est pourquoi la compréhension des différences actionnelles motrices dans les langues comparées pourrait favoriser l'intégration de nouvelles sensations proprioceptives chez les apprenants (Cuq et Grucan, 2002). Au regard de la PACT (Schwartz *et al.*, 2002 ; Schwartz *et al.*, 2012), c'est en atteignant les cibles articulatoires que les apprenants perfectionneraient leur référence interne, et que, par voie de conséquence, ils adaptateraient progressivement leur perception auditive à la langue de référence, pouvant être selon le cas la langue maternelle ou la langue étrangère. En somme, la diversité des théories et les résultats de travaux justifient que, pour une meilleure intégration de la matière phonique non-native, les enseignants de langue préfèrent combiner un travail d'affinement perceptif avec un travail de précision articulatoire plutôt que d'étudier une seule des compétences ou bien d'étudier les deux de manière cloisonnée⁹. En ce sens, la modification, chez un locuteur non-natif, des mémoires auditive et proprioceptive a pour objectif de favoriser l'adaptation des processus cognitifs aux représentations sonores et aux stratégies de la langue cible (Harmegnies *et al.*, 2005). La mise en place de techniques et d'outils d'enseignement-apprentissage nécessite toutefois un travail préliminaire pour l'enseignant. Il lui faut prédire les difficultés perceptives et articulatoires des apprenants confrontés à une langue présentant des divergences phonétiques et phonologiques avec la langue maternelle. C'est l'objectif de l'Analyse Contrastive (Lado, 1957), toujours actuellement largement employée par les chercheurs et didacticiens.

⁹ selon les données recueillies dans une enquête de terrain que nous avons débutée en 2012 et qui est actuellement en cours d'analyse (référéncée dans le manuscrit à : Cornaz *et al.*, sous press).

I.1.3 Interlangue

I.1.3.1 Hypothèse de l'Analyse Contrastive

Proposée par Lado (1957), l'Hypothèse de l'Analyse Contrastive défend l'idée qu'il y aurait de la part de l'apprenant de langue étrangère un processus de comparaison systématique avec sa langue maternelle, et que de ce fait, toute difficulté trouverait son explication dans l'absence de correspondance entre les deux langues. L'hypothèse suggère qu'une comparaison anticipée des langues source et cible serait un outil de prédiction de l'influence des règles et des structures de la langue maternelle sur la langue étrangère, facilitant dès lors l'anticipation des erreurs futures commises par un apprenant. L'observation peut être menée sur différentes sphères langagières, par exemple sur les plans grammatical (D'Achille, 2001 ; Benazzo, 2008 ; Floricic et Molinu, 2008), lexical (Costamagna, 2004 ; Telmon, 1993 ; Baumer, 2011), suprasegmental (Costamagna et Tojo, 2000-2013 ; Lyche et Skattum, 2010 ; Muñoz Garcia et Panissal, 2010 ; Gironzetti et Pastor Sánchez, 2012) ou encore segmental (Lado, 64 ; Telmon, 1993 ; Hallé *et al.*, 1999 ; Costamagna, 2000 ; Calabrò, 2003 ; Harmegnies *et al.*, 2005 ; Mori, 2007 ; Savoia et Carpitelli, 2008 ; Gironzetti et Pastor Sánchez, 2012), et ce, que ce soit dans les champs de la didactique des langues, de la dialectologie ou de la sociolinguistique. Dans le domaine de la phonologie, l'Hypothèse de l'Analyse Contrastive postule que l'apprenant opère des stratégies inconscientes d'assimilation perceptive entre les catégories phonologiques des deux langues en comparaison – ce qui revient à classer un son dans une catégorie à laquelle il n'appartient pas – et que les différences interlangues sont la seule source de difficultés.

Dans les cas de divergence de règles de catégorisation entre les langues comparées, l'assimilation perceptive serait nuisible à la communication parce qu'elle entraînerait la production d'énoncés erronés (Lado, 1957). Weinreich (1953) nomme *interférence* cette stratégie consistant à appliquer à mauvais escient un traitement sonore à la langue cible selon les règles de la langue maternelle. L'influence de la langue maternelle peut, à l'inverse, servir l'apprentissage lorsqu'il y a correspondance des règles linguistiques dans les deux langues. Dans le cas où une assimilation perceptive profite à l'apprentissage (Ellis, 1994), le processus est appelé *transfert* (Polivanov, 1930).

Quatre types majeurs de transfert et d'interférence sont proposés par Lado (1957) :

- (1) l'hypodifférenciation, qui consiste en une confusion perceptive par l'apprenant de deux phonèmes non-natifs, la raison étant que leurs réalisations phonétiques correspondent à deux exemplaires d'une même catégorie dans sa langue de référence ;
- (2) à l'inverse, quand il y a hyperdifférenciation, l'apprenant traite comme distincts deux sons pourtant sans opposition pertinente dans la langue cible, parce que ceux-ci sont distincts dans la langue source ;
- (3) dans le cas où l'apprenant utilise des traits phonétiques de sa langue maternelle pour interpréter des phonèmes de la langue étrangère sans toutefois utiliser d'autres traits présents dans cette langue cible, il s'agit d'une réinterprétation des distinctions ;
- (4) enfin, si l'apprenant attribue de façon erronée à un phonème de la langue étrangère la même prononciation que celle d'un phonème existant dans sa langue maternelle, il y a substitution.

I.1.3.2 Interlangue et interphonologie

Les erreurs de réalisation, qui pourraient également être considérées comme des stratégies acquisitionnelles, font ainsi naître une langue intermédiaire, que Selinker a intitulée *interlangue* (Selinker, 1972). La langue erronée n'est plus considérée comme une langue cible défectueuse, mais comme un système linguistique unique en évolution continue qui se construit à partir de résultats intermédiaires à des fins de communication (De Pietro, Matthey et Py, 1988). À travers un système approximatif, l'apprenant cherche à reproduire la norme linguistique présumée et le système de la langue cible (Selinker, 1972). En créant successivement des règles cohérentes (Porquier et Py, 2004) qui ne s'appliquent ni à la langue source, ni à la langue cible, mais qui permettent la résolution de difficultés tout en s'approchant toujours un peu plus de la langue cible (Selinker, 1972 ; Besse et Porquier, 1991 ; Vogel, 1995), l'apprenant construit de véritables systèmes linguistiques provisoires dont les règles sont inférées sur la base de l'observation des productions des locuteurs natifs ou de l'enseignant qui fait office de modèle. De ce fait, l'erreur n'est pas considérée comme un élément à éradiquer dans la mesure où elle sert d'outil évaluatif. En l'analysant, l'enseignant obtient des indices sur les modalités de traitement de la langue étrangère par l'apprenant, sur l'impact de la langue maternelle (Ringbom, 87) et sur son étape d'apprentissage (Corder, 1967 ; Gass et Selinker, 1994). En redéfinissant l'erreur, le concept d'interlangue a lui-même évolué. Alors que, selon Lado (1957), les erreurs sont systématiquement pensées d'origine intralangue, les chercheurs ont dorénavant prouvé que certaines d'entre elles ne trouvent aucune justification dans le système de la langue maternelle de l'apprenant et résultent de contraintes universelles inhérentes au développement du langage en général (Eckman, 1977 ; Gass et Selinker, 1994 ; Eckman, 2008 ; Hancin-Bhatt, 2008 ; Tran, 2011 ; Tran et Vallée, 2012). En effet, des études ont montré que la structure des systèmes sonores dépend de principes universels (voir par exemple Schachter, 1974 ; Loup et Weinberger, 1987 ; Mitchell et Myles, 1998). L'hypothèse de la différence de marquage (*the Markedness Differential Hypothesis*, Eckman, 1977 ; 2003 ; 2008) prédit l'effet de la fréquence d'un segment dans les langues du monde sur les difficultés d'apprentissage et sur l'ordre d'acquisition de traits linguistiques, autrement dit sur l'interphonologie. Selon Eckman (2008), dans le domaine de la phonologie, les langues du monde auraient une préférence pour les structures non marquées, autrement dit plus fréquentes en termes de probabilité d'utilisation. Il a été montré que les segments les plus marqués sont de fait les plus difficiles à percevoir et à reproduire (Pennock Speck, 2002 ; Eckman, 2008) et que l'absence dans la langue maternelle d'un phonème appartenant au système de la langue étrangère ne semble être source d'erreur pour l'apprenant que s'il est de type marqué (Tran, 2011). L'erreur peut aussi provenir d'un phénomène d'hypercorrection (de *simplification*, selon Adjemian, 1976), processus consistant à appliquer une règle à des éléments linguistiques auxquels elle ne s'applique normalement pas (Selinker, 1972 ; Cuq et Gruca, 2003). Cette stratégie nécessaire à l'acquisition/apprentissage d'une langue est fonctionnelle aussi bien pour la constitution de l'interlangue des apprenants d'une langue étrangère (Selinker, *ibid.*) que durant le processus d'acquisition d'une langue maternelle (Spector, 2005). Dans ce dernier cas, elle prend la forme d'une surgénéralisation dans la mesure où, selon Spector (2005), le petit enfant traite des formes langagières comme régulières alors qu'elles ne le sont pas.

L'interlangue résulte aussi de facteurs psycholinguistiques et sociolinguistiques, et se développe différemment chez l'adulte et l'enfant (Perdue et Gaonac'h, 2000). Le processus, qui serait par ailleurs instinctif,

procèderait d'un raisonnement conscient complété d'un acte inconscient, mais l'adulte utiliserait son habileté à la réflexion métalinguistique, bien plus développée chez lui que chez l'enfant. En effet, l'adulte connaît déjà un ou plusieurs systèmes linguistiques et apprend une langue, le plus fréquemment non parce qu'elle lui est imposée, par exemple par la charte scolaire, mais pour un besoin de communication défini (*ibid.*).¹⁰

L'Hypothèse de l'Analyse Contrastive a pour intérêt d'anticiper une partie des facilités et difficultés d'apprentissage phonologique chez un apprenant de langue étrangère et permet ainsi d'expliquer une partie des éléments de l'interphonologie à partir des différences structurales des deux langues confrontées (Lauret, 2007). Néanmoins, elle ne peut prédire les erreurs conséquentes des contraintes universelles, ni informer l'enseignant des modalités de traitement des éléments interlangues par l'apprenant (Klein, 1989). En outre, l'analyse contrastive stipule que tout élément non-natif implique le même processus acquisitionnel, que seule la différence est source de difficulté et d'erreur, que les interférences sont de taille proportionnelle aux différences linguistiques entre langue maternelle et langue étrangère (Weinreich, 1953 ; Lado, 1957). Or des modèles d'acquisition et d'apprentissage développés dans les années 1990 (Flege, 1987 ; Kuhl, 1991 ; Best, 1995 par exemple) nuancent fortement certaines de ces propositions de l'Hypothèse de l'Analyse Contrastive.

I.1.4 Modèles d'apprentissage des langues étrangères

Des modèles théoriques de l'apprentissage, en controverse partielle – voire totale – avec l'Hypothèse de l'Analyse Contrastive, prédisent que les similitudes entre les structures phonologiques des langues comparées peuvent être une source de difficulté plus importante que les dissemblances (cf. Brière, 1968). Par ailleurs, ces approches ont pour intérêt de ne pas se focaliser uniquement sur les différences structurales interlangues, mais de tenter de clarifier la perception catégorielle de la parole, des contrastes phonologiques de la langue maternelle et de la langue étrangère (pour une revue, cf. Flege, 2003) et plus largement de décrire le mécanisme général de perception des sons du langage humain.

I.1.4.1 Effet « Magnet » de la perception

À la base des modèles qui considèrent que la similarité est la plus grande source de difficulté phonologique lors de l'apprentissage d'une langue étrangère se trouve la théorie du *Perceptual Magnet Effect* de Kuhl (*Effet Magnet de la Perception* ; Kuhl, 1991 ; 1993 ; Iverson, Diesch, Siebert et Kuhl, 1994 ; Iverson et Kuhl, 1994 ; 1995 ; 1996 ; Kuhl, 2000) inspirée du *Native Language Magnet Model* de Rosch¹¹ (1973 ; Rosch et Lloyd, 1978). L'effet Magnet propose une explication des stratégies perceptives des sons non-natifs et par là, une description de l'organisation de l'espace perceptif. Il y aurait, au sein de chaque catégorie phonétique, un prototype, abstraction correspondant à un référent sonore reconnu comme la meilleure instance de la classe de sons, autour

¹⁰ De ce fait, l'interlangue se différencie aussi d'une alternance de codes linguistiques (*code-switching*) qui, en plus d'être majoritairement inconsciente, correspond soit à une stratégie de reconnaissance communautaire soit, chez un locuteur plurilingue, à un processus de projection simultanée de deux identités (Mehrotra, 2003). En d'autres termes, l'utilisateur du *code-switching* ne subit aucune contrainte relative à l'apprentissage. La variation de code aurait un dessein de facilitation de la communication (Corder, 1978 ; Chung, 2006), et notamment l'expression de concepts (Corder, 1978 ; Malek, 2009).

¹¹ À notre connaissance, la littérature scientifique publiée en français ne propose pas de traduction pour le nom de ce modèle.

et à partir duquel les exemplaires seraient comparés et jugés qualitativement avant d'être hiérarchisés. Reprenant le modèle de Rosch, Kuhl émet l'hypothèse que, durant le processus perceptif et discriminatoire, le prototype agirait à la manière d'un aimant, attirant à lui les sons de la même catégorie phonétique reconnus comme acoustiquement proches (*ibidem*). La discrimination d'un son dépendrait donc de sa qualité acoustique et de sa distance au prototype. Ce processus psycho-acoustique de positionnement des frontières à l'origine naturelles, forçant le classement des occurrences sonores perceptivement proches du prototype dans une seule et même catégorie phonétique, serait déjà efficace chez le petit enfant de dix mois (Kuhl *et al.*, 2006). Un tel système de traitement de l'information implique que, progressivement, le circuit perceptif du petit d'Homme ne traite plus les variations phonétiques non porteuses de sens dans sa langue maternelle. L'espace perceptif se trouve ainsi déformé par le crible phonologique de la langue maternelle relatif à une organisation catégorielle phonémique conséquente d'une interprétation qualitative de traits phonétiques et d'un effet magnétique intra-catégoriel. Kuhl (1995) a par exemple rapporté qu'un nourrisson de six mois catégorise les sons vocaliques suivant le nombre de catégories de sa langue maternelle, suggérant en d'autres termes que son espace perceptif est déjà modelé pour les voyelles.

Appliquée à l'apprentissage des langues étrangères, et considérant que les cartes perceptives des langues sont toutes uniques, la théorie du traitement des sons de la langue maternelle proposée par Kuhl suggère qu'un apprenant devrait éprouver davantage de difficulté à discriminer un son non-natif si celui-ci est acoustiquement semblable ou perceptivement proche d'un prototype de sa langue native. Ainsi, l'apprentissage d'une langue étrangère requiert une déformation de l'espace perceptif initial des catégories phonétiques, conduisant à une réduction de la distance perceptive autour des prototypes. Kuhl (1995) stipule toutefois que les frontières naturelles ne disparaissent pas et qu'un entraînement intensif en discrimination des contrastes de la langue non-native peut permettre à un adulte d'accroître ses performances. Il s'agirait donc d'un reconditionnement au niveau du cerveau plus que d'un reconditionnement de l'audition.

Deux modèles cherchent à aller plus loin que le modèle *Perceptual Magnet Effect* dans la compréhension du traitement des sons non-natifs, avec pour objectifs d'une part, de prédire les difficultés initiales des apprenants à percevoir les contrastes de la langue étrangère et d'autre part, d'anticiper les difficultés à percevoir et produire les sons non-natifs, même chez des apprenants de niveau avancé. À l'opposé de l'analyse contrastive, les deux modèles convergent vers l'idée que, plus importante est la différence phonétique entre deux occurrences sonores, plus évidentes sont la perception catégorielle et la production puisque le risque d'interférence décroît proportionnellement. Ils considèrent donc que la capacité à percevoir et à produire un contraste non-natif varie en fonction de la similarité phonétique des deux sons qui le composent et de leur similarité avec les sons natifs.

I.1.4.2 Perceptual Assimilation Model

Le *Perceptual Assimilation Model* (Best, 1994 ; 1995 ; Best, Faber et Levitt, 1996 ; Best, McRoberts et Goodell, 2001 ; Best, Hallé, Bohn et Faber, 2003) reproduit le traitement perceptif des contrastes phonologiques non-natifs à un stade initial d'apprentissage d'une langue étrangère. De fait, dans ce modèle, aucune prédiction ne porte sur l'évolution de la catégorisation phonétique. Best se positionne en opposition à la théorie motrice dans la mesure où elle considère qu'aucun recours à une représentation mentale n'est nécessaire lors du traitement

phonétique et phonologique. Néanmoins, elle s'intéresse, comme Kuhl et Flege, à la similarité phonétique entre les catégories phonologiques de la langue maternelle et celles de la langue étrangère. L'hypothèse à la base du modèle est que tout son perçu comme phonétiquement similaire est potentiellement non discriminable par l'apprenant, parce que confondu avec la catégorie native la plus proche perceptivement.

À partir de cette hypothèse, trois processus d'assimilation perceptive des segments non-natifs sont analysés par Best. Dans le premier, le son est assimilé au choix à une catégorie de la langue maternelle comme un exemplaire correct, acceptable ou légèrement déviant. Dans le deuxième type d'assimilation perceptive, le son est interprété comme ressemblant à un son de parole de l'espace phonologique connu mais est toutefois inclassable dans une catégorie de la langue maternelle. La troisième et dernière possibilité est que le son ne soit pas reconnu comme de la parole, dans quel cas il est a fortiori incompatible avec l'espace phonologique natif. De là, Best émet différentes prédictions sur les types de discrimination des contrastes non-natifs par l'apprenant. La Figure I.1 présente ces types de discrimination :

- (a) Assimilation à deux catégories de la langue maternelle : grâce à des traits phonétiques facilitant leur distinction ou les rapprochant perceptivement de prototypes différents, et bien que sans valeur phonologique pour les apprenants, chacun des deux sons non-natifs est assimilé à une catégorie spécifique de la langue native, ce qui fait qu'ils sont parfaitement discriminés l'un de l'autre (Best, McRoberts et Sithole, 1988 ; Best *et al.*, 2001).
- (b) Deux qualités pour une même catégorie de la langue maternelle : deux sons appartenant à des catégories non-natives différentes sont jugés comme membres d'une même catégorie native, mais sont évalués comme étant des exemplaires de qualité de réalisation différente. Cela s'explique par le fait que l'une des catégories non-natives partage davantage de traits phonétiques avec la catégorie native, et dans cette situation, les sons sont bien discriminés l'un de l'autre puisque différenciés selon leur similarité phonétique avec la catégorie non-native (Best, 1995).
- (c) Assimilation à une même catégorie de la langue maternelle : les deux sons non-natifs appartenant à des catégories non-natives distinctes sont interprétés comme membres d'une même catégorie native, et sont jugés de la même manière. Ainsi, le fait qu'ils soient tous deux considérés acceptables ou déviants par rapport à l'idéal natif les rend peu discriminables l'un de l'autre (Best *et al.*, 2001).
- (d) Sons de parole non catégorisables : les deux sons non-natifs n'appartiennent à aucune catégorie native mais sont néanmoins identifiés comme des sons de parole. Selon la distance perceptive séparant les deux occurrences entre elles d'une part, et d'autres catégories de la langue maternelle d'autre part, la discrimination varie de mauvaise à très bonne.
- (e) Un seul des sons de parole est catégorisable : l'un des sons est catégorisé dans l'espace phonologique natif tandis que l'autre est considéré comme de la parole non interprétable. Dans un tel cas, la discrimination attendue est excellente.
- (f) Non assimilable à de la parole : les deux sons non-natifs ne sont pas reconnus comme de la parole. La discrimination doit être bonne, voire excellente (Best *et al.*, 2001).

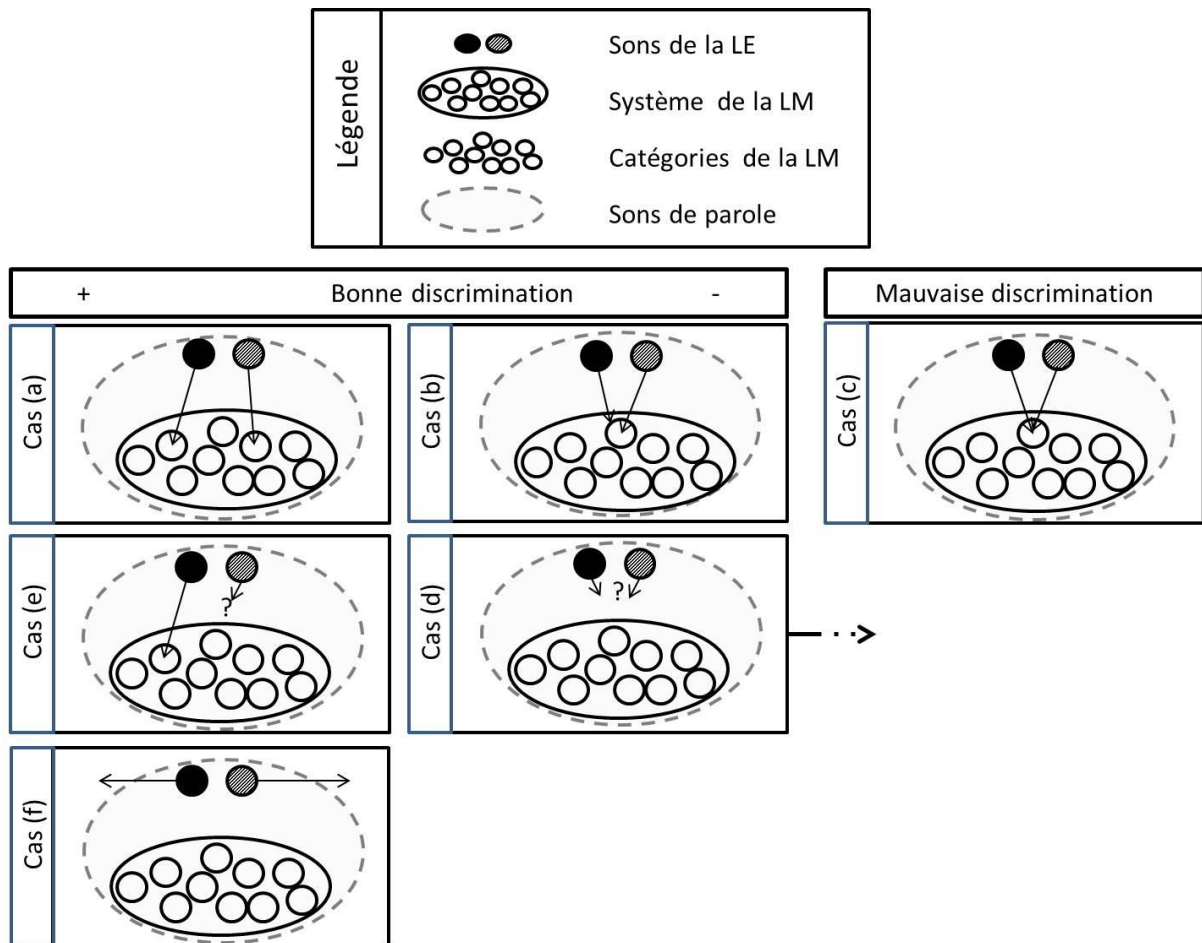


Figure I.1 Schéma représentant différents types d'assimilation perceptive des contrastes non-natifs (adapté de Best, 1995)
La flèche associée au cas (d) indique la possibilité que ce type de situation conduise à une mauvaise discrimination.

La théorie du *Perceptual Magnet Effect* (Kuhl, 1991 ; 1993 ; Iverson *et al.*, 1994 ; Iverson et Kuhl, 1994 ; 1995 ; 1996 ; Kuhl, 2000) et le *Perceptual Assimilation Model* (Best, 1994 ; 1995 ; Best *et al.*, 1996 ; Best *et al.*, 2001 ; Best *et al.*, 2003) sont d'un grand apport pour la didactique de l'enseignement-apprentissage de la phonétique et de la phonologie car ils permettent de repérer des phénomènes d'assimilation perceptive de sons non-natifs. Cependant, ils n'abordent pas les aspects articulatoires. Ceux-ci sont pris en compte dans le Modèle de l'Apprentissage de la Parole de Flege (1995) qui s'intéresse particulièrement à la relation entretenue entre perception et production de sons non-natifs.

I.1.4.3 Speech Learning Model

Le *Speech Learning Model* de Flege (1995) est formulé à partir de l'observation des langues secondes sur un public adulte en situation d'apprentissage plutôt avancé en milieu endolingue. Flege (1995) postule que l'acquisition du système phonétique et phonologique de la langue maternelle est continu et que le processus fonctionne exactement de la même façon lors de l'apprentissage de langues étrangères. De même que Troubetzkoy (1939) et Stevens (1989), Flege considère que la compétence de production est guidée par la qualité de la perception (Flege, 1999 ; Flege, Yeni-Komshian et Liu, 1999) et que les sons de la langue cible sont appréhendés selon le système sonore de la langue source. Flege postule que les catégories phonétiques établies

dans la langue maternelle peuvent évoluer au contact d'autres langues en cours d'apprentissage, mais restent dans un espace phonologique unique et commun. Cette vision oblige donc l'apprenant à maintenir les contrastes entre les catégories phonétiques de chacune des langues.

Les hypothèses qui découlent de ces postulats sont que certaines similarités ou dissimilarités phonétiques et perceptives entre des catégories de la langue maternelle et de la langue étrangère ont un impact majeur sur l'organisation de l'espace perceptif, et surtout, sur la formation de nouvelles catégories. Flege prédit (1) comme Best, que plus la similarité phonétique est forte entre des sons de la langue étrangère et de la langue maternelle, plus la discrimination du contraste est rendue difficile, (2) que la création d'une catégorie dans le système phonologique non-natif n'est envisageable qu'à partir du moment où l'apprenant discerne des différences phonétiques entre les sons perceptivement voisins des deux langues comparées. L'intérêt supplémentaire des travaux de Flege est d'avoir suggéré trois classes acoustiques : identique, similaire et nouvelle (Flege, 1987).

- (a) Lorsqu'une catégorie phonétique pertinente non-native existe déjà dans le système phonologique de référence, autrement dit lorsqu'un son non-natif peut être attribués un même symbole de l'Alphabet Phonétique International (API) et les mêmes analyses acoustiques et perceptives, l'apprenant devrait être capable de classer parfaitement le son de la langue étrangère.
- (b) Quand un son n'a aucune équivalence phonétique, perceptive, ni acoustique, il devrait être encodé immédiatement comme nouveau, ramenant le risque d'assimilation perceptive à nul. Dans cette configuration, chacun des sons est représenté par son propre symbole API (Flege, 1987). Cependant, Flege précise que la construction de la nouvelle catégorie demande un temps d'apprentissage.
- (c) Le problème majeur soulevé par Flege consiste en la difficulté de discrimination d'un son non-natif perceptivement similaire à un son natif, mais pour lequel les analyses acoustiques présentent de légères différences. La confusion est maximale tant que l'apprenant ne perçoit pas la différence acoustico-phonétique (Flege, 1987 ; Hallé *et al.*, 1999) entre le son non-natif et celui de son système phonologique de référence, et c'est ce qui l'amène à effectuer un classement par équivalence (Flege, 1987).

Le dernier postulat de Flege découle directement de cette supposition : une telle confusion perceptive entre des sons de la langue maternelle et de la langue étrangère pourtant phonétiquement différents est susceptible d'entraîner une production défectueuse. Celle-ci ressemblerait alors à la prononciation d'un son appartenant à la catégorie native auquel il a été perceptivement assimilé (Flege, Tagaki et Mann, 1995 ; Hallé *et al.*, 1999 ; Aoyama *et al.*, 2004). Il faudrait alors attendre que l'apprenant prenne conscience de la différence phonétique pour espérer de lui un meilleur contrôle des gestes articulatoires. Harmegnies *et al.* (2005) estiment même que l'idée de phonèmes "identiques" peut être remise en question, dans la mesure où le système phonologique d'une langue ne présente de similarité avec celui d'une autre langue que de manière relative, puisque les structures (c'est-à-dire les frontières catégorielles) sont avant tout conceptuelles (cf. Sections I.1.1 et I.1.2). Notons enfin que des résultats d'études de Flege tendent à montrer que la catégorie similaire est plus aisée à produire que la catégorie nouvelle en début d'apprentissage, parce que ses occurrences seraient traitées comme des allophones du prototype natif (« allophone » utilisé en termes linguistiques), et que le schéma serait inversé chez des apprenants avancés (Flege *et al.*, 1997).

Dans la mesure où un apprenant de langue doit affiner sa perception pour modifier le traitement des sons et phonèmes de la langue étrangère, les chercheurs et didacticiens tentent de trouver des outils et méthodes pouvant faciliter les processus d'apprentissage. Parmi eux, la musique apparaît comme un support privilégié, capable de renforcer l'activité cérébrale et de développer les fonctions exécutives. De là, il paraît envisageable de l'utiliser pour favoriser l'intégration phonétique de la langue non-native, sur le plan suprasegmental comme segmental. C'est précisément la raison qui nous a conduite à une recherche sur le rôle de la voix chantée pour remédier aux difficultés de perception et de production de voyelles du français chez un public adulte natif de l'italien.

I.1.5 Un rôle possible de la musique pour l'apprentissage phonétique ?

I.1.5.1 La musique comme support d'intégration phonétique

Des observations de terrain (cf. entre autres Ibrahim, 1977 ; Husser, 2002 ; Cornaz, 2006 ; Pineau, 2007 ; Boite, 2009), des études longitudinales de terrain (parmi elles Fish, 1984 ; Konopczynski, 1987 ; Standley et Hughes, 1997 ; Register, 2001 ; Thompson, Schellenberg et Husain, 2004 ; Cornaz, 2008 ; Ritt-Cheippe, 2012) et des études en laboratoire (par exemple Purcell et Suter, 1981 ; Lowe, 1998 ; Magne *et al.*, 2004 ; 2006 ; Slevc et Miyake, 2006 ; Kolinsky, Cuvelier, Goetry, Peretz et Morais, 2009) menées dans différentes sphères langagières montrent de meilleures performances à la fois en perception et en production chez les apprenants et les groupes expérimentaux ayant été en contact avec la musique, que ce soit sous la forme d'une formation musicale ou d'une pratique vocale ou instrumentale.

Quelles que soient la langue maternelle et la culture des sujets, les compétences nécessaires à la parole et impliquées dans la réflexion métalinguistique, comme la perception auditive, la mémoire phonologique et la conscience phonologique, seraient accrues s'il y a fonctionnement adjacent ou parallèle des mécanismes de discrimination mélodique¹² (Lamb et Gregory, 1993 ; Anvari, Trainor, Woodside et Levy, 2002 ; Bolduc et Montésinos-Gelet, 2005) et, à une moindre échelle, des mécanismes de discrimination rythmique¹³ (Anvari *et al.*, *ibid.*).

Morgan (2003) a observé chez des adultes natifs de l'anglais américain en situation d'apprentissage du français langue étrangère, une similitude des scores de réussite aux tests de discrimination perceptive (1) de rythmes et de tons pour la musique, et (2) de voyelles pour la parole non-native, évoquant un lien entre compétence musicale et compétence langagière. Cette relation entre musique et apprentissage langagier avait déjà été étudiée par Konopczynski (1987), laquelle a trouvé que les enfants musiciens d'une classe de primaire acquéraient plus rapidement la prosodie de la langue non-native que les enfants n'ayant jamais eu de pratique musicale. Quelques années plus tard, Thompson, Schellenberg et Husain (2004) ont également révélé un comportement semblable chez des enfants du même âge mais confrontés à la langue native : ceux musiciens interprètent mieux les informations prosodiques de leur langue maternelle que leurs homologues non-musiciens.

¹² autrement dit décodage de la hauteur des sons dans un système tonal donné

¹³ autrement dit décodage de l'organisation temporelle à l'intérieur d'un système musical donné

Dans la continuité de ces travaux, des études plus récentes menées auprès d'adultes ont montré que les musiciens perçoivent mieux les changements d'intonation (Wong, Sjoë, Russo et Dees, 2007 ; Dieling et Hirschfeld, 2000 cités par Ritt-Cheippe, 2010). De plus, Magne *et al.* (2004 ; 2006) ont remarqué qu'enfants et adultes musiciens sont plus rapides et plus habiles que des non-musiciens à repérer de très légères modifications prosodiques imprévues et codées comme incorrectes, confirmant une fois de plus que la perception auditive des musiciens est plus sensible, même pour des éléments de parole, que celle de non-musiciens. Des adultes se formant à la musique présenteraient en effet une sensibilité perceptive plus fine aux accents toniques non-natifs que des adultes non-musiciens, ainsi qu'une capacité plus importante à ignorer les variations accentuelles si la consigne l'exige (Kolinsky *et al.*, 2009).

La corrélation positive établie entre traitement de l'information musicale et traitement de l'information linguistique (Fish, 1984 ; Morgan, 2003 ; Slevc et Miyake, 2006) suggère des processus communs de traitement perceptif en parole et en musique (Lowe, 1995). Le sens du transfert de compétences n'est en revanche pas clair. Alors que Pfordresher et Brown (2009) ont montré que les locuteurs de langues à tons sont meilleurs que les natifs de langues non-tonales à discriminer les hauteurs de fréquences fondamentales en musique, les travaux de Peretz *et al.* (2011) rapportent que l'effet n'est qu'unidirectionnel, de la musique vers la langue, et que les locuteurs d'une langue à tons ne sont pas meilleurs que les locuteurs de langues non tonales à discriminer des violations tonales.

D'autres travaux rapportent également un lien entre expertise musicale et qualité de discrimination de segments non-natifs. Sadakata et Sekiyama (2011) ont montré, à partir d'une étude impliquant des adultes natifs de l'allemand et consistant à faire écouter par paire des contrastes moriques dont l'un des mots contient une obstruante représentant un silence¹⁴ (comme /hakaku/~haQkaku/), que les musiciens font preuve d'une plus grande finesse perceptive quand les sons peuvent être discriminés et catégorisés sur des traits intrinsèques du signal sonore communs à la musique et à la parole, par exemple la durée et la hauteur. En outre Fish (1984) a mis en évidence une corrélation forte entre finesse de traitement perceptif des fréquences musicales et niveau de discrimination des phonèmes en langue étrangère chez des étudiants en allemand natifs de l'anglais américain. Ces résultats ont été confirmés par Konopczynski (1987) qui a observé la discrimination de contrastes vocaliques non-natifs chez des enfants apprenants en anglais langue étrangère selon qu'ils étaient musiciens ou non. Confirmant l'étude de Lowe (1995) qui met en exergue chez les enfants un effet positif de la transdisciplinarité musique et langue sur l'apprentissage de chacune de ces disciplines, des études menées sur des adultes montrent que la mise en musique d'éléments linguistiques favorise la perception de sons et phonèmes d'une langue imaginaire (Schön *et al.*, 2008) ou étrangère (Dieling et Hirschfeld, 2000, cités par Ritt Cheippe, 2010).

L'apport bénéfique de la pratique musicale pour l'apprentissage des langues a été relevé aussi en compétence de production. Une forte corrélation entre production musicale et production orale en langue

¹⁴ La more est une unité rythmique distinctive et phonologique ayant une valeur perceptuelle de durée ou de hauteur, permettant de faciliter la discrimination de mots. Certains linguistes la différencient de la syllabe en ce sens qu'elle peut être décrite phonétiquement à travers son caractère de durée ou/et de hauteur, ou plus souvent comme une unité prosodique du japonais (cf. Inaba, 1998).

étrangère a été observée chez des adultes anglais américains apprenant le français (Morgan, 2003), chez des adolescents nord-américains apprenant l'allemand (Fish, 1984) et chez des adultes japonais locuteurs d'anglais langue seconde (Slevc et Miyake, 2006). Leurs travaux font suite à ceux de Purcell et Suter (1981) qui ont montré, lors d'une recherche des facteurs responsables de la qualité de la prononciation de la langue non-native, une forte corrélation entre aptitude à imiter oralement des éléments musicaux et qualité de prononciation de mots en anglais américain langue seconde chez des natifs du perse, de l'arabe, du japonais et du thai-kadaï. L'étude de Morgan (2003) établit quant à elle un lien entre aptitude à reproduire une note de musique, entendue parmi un ensemble de cinq sons, et qualité de prononciation de voyelles insérées dans des mots monosyllabiques non-natifs recueillis par le biais d'une tâche de lecture. Si l'on s'intéresse aussi à l'effet de la pratique musicale sur les aptitudes en écriture, portant par exemple sur les orthographes approchées, sur les compétences de transcription de mots ou sur la graphomotricité, les rares études portées sur la question montrent là-aussi une meilleure sensibilité chez les enfants ayant eu une pratique musicale pendant une année scolaire que chez leurs camarades ayant simplement reçu une formation musicale (Standley et Hughes, 1997 ; Register, 2001). Pour en revenir à la question de l'apprentissage oral, Eterno (1961) a montré également que la capacité à discriminer des hauteurs de sons et la pratique instrumentale égale ou supérieure à un an ont un effet bénéfique sur l'apprentissage de la prononciation d'une langue étrangère chez les enfants de fin de primaire et de collège. Il a observé de plus que l'effet positif est d'autant plus puissant que l'*input* non-natif s'opacifie. En 1984, Fish a obtenu la même conclusion dans une étude sur le rôle de la musique pour l'apprentissage d'une langue étrangère par des adolescents.

De façon plus poussée encore, des études indiquent que pour accroître les compétences en production, il n'est pas nécessaire d'avoir (eu) une pratique musicale dans la mesure où suffisent les aptitudes en discrimination d'indices musicaux (Leutenegger, Mueller et Wershow, 1963 ; 1965 ; Lamb et Gregory, 1993 ; Morgan, 2003). Un lien entre qualité de perception musicale et aptitude en production d'une langue étrangère a également été identifié chez des étudiants nord-américains apprenants de français et d'espagnol langues étrangères (Leutenegger *et al.*, *ibidem*). Cette étude a mis en évidence, parmi 15 facteurs de prédiction pouvant impacter l'apprentissage phonétique de la langue étrangère, l'effet principal de deux d'entre eux : la compétence en lecture en langue maternelle et le niveau de mémoire tonale. L'étude de Lamb et Gregory (1993) a montré, par le biais d'une tâche de lecture orthographique et d'un test de discrimination de changement de hauteur de note, que, chez des enfants de classe préparatoire, le degré d'aptitude en lecture est étroitement lié au niveau de compétence en perception auditive en musique.

Les auteurs des études citées précédemment suggèrent un traitement possiblement similaire de la fréquence fondamentale en musique et des traits formantiques en parole pour la reconnaissance et l'interprétation du signal, et plus largement des sons de musique et des sons du langage, ainsi qu'une influence positive de l'affinement du traitement perceptif musical sur le traitement des suprasegments et des segments de la langue (Anvari *et al.*, 2002 ; Gromko, 2004 ; Moritz *et al.*, 2012) mais aussi sur leur production (Eterno, 1961 ; Purcell et Suter, 1981 ; Morgan, 2003). Au niveau cognitif, l'étude de Sergent, Zuck, Tenial et MacDonall (1992) suggère que le déchiffrement de partition musicale et la lecture orthographique requièrent l'activation d'une même aire

cérébrale. La zone activée semble cependant plus large chez les musiciens (Schlaug, Jancke, Huang et Steinmetz, 1994)¹⁵.

À notre connaissance seule l'étude de Dodane (2003) contredit ces résultats, mais il importe de souligner que les conclusions aboutissant à un effet non significatif de la musique sur l'apprentissage de la prosodie d'une langue étrangère sont remises en doute par l'auteur elle-même, qui questionne la simplicité de la tâche dispensée aux sujets. Notons aussi que Sadakata et Sekiyama (2011) émettent des réserves quant à une corrélation systématique entre expertise musicale et meilleure compétence phonétique. En effet, dans le cas d'un contraste présentant deux sons phonétiquement très différents, ou pour lequel la pertinence est due à un trait de nasalité, le taux de bonnes réponses et la rapidité des réponses ne diffèrent pas entre musiciens et non musiciens. Également, l'étude d'Andrews (1997) comparant les progrès en lecture n'a pas trouvé de meilleurs scores de réussite chez le groupe d'enfants ayant reçu un enseignement intégrant la musique. En revanche, ses résultats révèlent un changement significatif d'attitude dans ce groupe, les enfants étant davantage motivés par l'apprentissage. Ce dernier résultat suggère des conditions cognitives et contextuelles optimisées grâce à l'intervention musicale en classe de langue. Quant à eux, Schellenberg et Peretz (2008) ont montré que les effets des transferts entre musique et langue sur l'apprentissage n'est pas une évidence. Par ailleurs, Racette et Peretz (2007) ont suggéré que l'augmentation de l'activité cérébrale observée dans certaines zones du cerveau par imagerie fonctionnelle lors de l'exposition d'un individu à de la musique pouvait tout aussi bien être interprétée comme un effort plus important du cerveau en train de résoudre une tâche plus complexe. Leur étude, qui portait sur la mémorisation d'un texte d'une chanson, montrait que le décodage et l'apprentissage du texte et de la mélodie recrutent des aires séparées du cerveau, et que le chant rend plus difficile la tâche de mémorisation lexicale, en tout cas en début d'apprentissage. La mémorisation des mots n'était pas meilleure selon que les cibles avaient été présentées dans un format chanté plutôt que parlé. Leur étude montrait enfin que les scores de réussite de la tâche n'étaient pas significativement meilleurs chez les musiciens que chez les non musiciens, suggérant que l'entraînement vocal des sujets n'a pas d'effet sur les performances d'apprentissage de mots.

I.1.5.2 Musique et renforcement de l'activité cérébrale

D'autres travaux en imagerie cérébrale et en neuropsychologie soutiennent que la musique ne peut pas être à l'origine d'une meilleure perception d'une langue étrangère. Des études ont établi que, dès la naissance, les sons musicaux sont traités dans des régions cérébrales différentes des sons de la parole (Bertoncini *et al.*, 1989 ; Dehaene-Lambertz, 2000) et que le processus est maintenu séparé chez les adultes (Milner, 1962 ; Peretz et Coltheart, 2003). Cette indépendance des réseaux cognitifs fonctionnels spécialisés et organisés pour le traitement des caractéristiques inhérentes au signal acoustique assurerait, selon ces chercheurs, l'efficacité cognitive. Les paramètres de durée et de hauteur notamment, servent à la reconnaissance de l'*input* perceptuel et à sa classification comme élément musical ou élément parlé (Liégeois-Chauvel *et al.*, 1998). Peretz *et al.* (1994) ont révélé que, lorsque les sons subissent des modifications temporelles très rapides et/ou sont émis sur une fréquence particulièrement élevée, le traitement des cortex auditifs est, dans chaque hémisphère, asymétrique.

¹⁵ La question des traitements cérébraux relatifs à la musique et à la langue est abordée plus amplement dans la section suivante.

C'est pourquoi ces chercheurs précisent que des pathologies affectant l'une de ces deux particularités du signal n'a pas forcément d'impact sur la perception et la production de l'autre, ce qui s'observe par exemple dans le cas d'agnosies auditives (Peretz, Belleville et Fontaine, 1997). Milner (1962) a montré que des patients dont le lobe auditif gauche avait été retiré présentent un trouble de la parole mais aucune perte d'aptitude musicale, et que des patients avec une ablation du lobe auditif droit présentent à l'inverse une dégradation de la compétence musicale, en particulier dans la capacité à reconnaître et restituer une mélodie, mais que leur qualité de parole n'est pas impactée. En d'autres termes, en donnant un argument fort en faveur de l'hypothèse de ressources cognitives et neuronales spécifiques pour le traitement de la musique et du langage, son étude montre qu'un dysfonctionnement dans l'hémisphère gauche ou dans l'hémisphère droit n'implique pas forcément une défaillance des deux systèmes parlé et chanté. Des patients cérébro-lésés suite à un arrêt cardio-vasculaire peuvent ainsi présenter une aphasie (trouble sélectif¹⁶ de la perception et/ou de la production du langage parlé) mais pas d'amusie (trouble sélectif de la perception et/ou de la production musicale) (Pour des exemples, cf. Luria, Tsvetkova et Futer, 1965 ; Hécaen, 1972 ; Lecours et Lhermitte, 1979 ; pour une revue de la littérature, cf. Peretz, 2002), ou bien une amusie mais aucune aphasie (Peretz, 2001 ; 1993 ; Peretz *et al.*, 1997 ; pour une revue, cf. Eustache, Lechevalier et Viader, 1996). Un patient aphasique peut être capable de chanter des mélodies sans être apte à produire le texte parlé ou chanté, ou sans avoir la même qualité de production entre note et mot (Racette, Bard et Peretz, 2006). Un patient amusique, en raison d'un accident cardio-vasculaire ou d'une atteinte congénitale ou héréditaire d'une partie des lobes temporaux, peut montrer un déficit de la reconnaissance de mélodies familières tout en étant parfaitement apte à en reconnaître les paroles (Ayotte, Peretz et Hyde, 2002) et peut éprouver un trouble de la production chantée mais pas de la production parlée (Peretz *et al.*, 1994). En faveur de l'hypothèse de la dissociation fonctionnelle entre les traitements de la musique et de la parole (notamment aux niveaux tonal et sémantique), des études ont plus spécifiquement montré que les processus de reconnaissance du texte et des notes diffèrent et ne mobilisent pas les mêmes zones anatomiques du cerveau (Samson et Zatorre, 1991), même chez des locuteurs sans troubles fonctionnels (Besson *et al.*, 1998 ; Bonnel, Faïta, Peretz et Besson, 2001).

Malgré une distinction des aires cérébrales en lien avec l'articulation d'une part, et la musique d'autre part (Besson *et al.*, 1998), il y a unicité du système de production de la parole en voix chantée et parlée (Peretz *et al.*, 1994) (pour une revue sur la latéralisation et la transversalité des composantes du langage et de la musique, cf. Springer et Deutsch, 2000 ; Scola, 2011). De plus, la plupart des travaux qui s'intéressent à l'effet de la musique sur le cerveau, dans le cadre de l'acquisition et l'apprentissage, interprètent en sa faveur la multiplication des zones cérébrales impliquées dans les processus de traitement et l'augmentation de l'activité cérébrale générale lors d'une exposition musicale (Zatorre, 1984 ; Bancroft, 1985 ; Krings *et al.*, 2000 ; Janata, Tillmann et Bharucha, 2002). Janata *et al.* (2002) ont par exemple observé, lors d'une écoute musicale par des locuteurs sans troubles fonctionnels, une stimulation d'aires habituellement passives en parole. Bien que l'hémisphère gauche soit davantage sollicité en situation de parole (Dehaene-Lambertz, 2009) et le droit préférentiellement requis pour les traitements des composantes musicales (Zatorre, 1984), une mobilisation simultanée des zones des hémisphères droit et gauche du cerveau a été remarquée (Zatorre, 1984 ; Zatorre et Peretz, 2001) : Zatorre (1984)

¹⁶ c'est-à-dire occasionné sur des paramètres précis

a ainsi montré qu'une lésion de l'hémisphère gauche peut impacter la reconnaissance du timbre d'instruments de musique, sans que ne soit atteinte l'aptitude à discriminer les hauteurs, les intervalles ou les tonalités. Koelsch, Gunter, Wittfoth et Sammler (2005) ont observé des processus cérébraux partagés pour l'analyse de la syntaxe en parole et en musique. De plus, Moreno *et al.* (2011) ont relevé des modifications de la plasticité fonctionnelle dans le cerveau lors d'une tâche verbale chez des enfants en âge préscolaire soumis à un entraînement musical de 20 jours, résultats non visibles chez les enfants du groupe témoin, formés sur la même durée à l'art graphique. Sur un plan médical, il a été trouvé, avec vérification par neuro-imagerie et par test de compétences verbales et de sociabilisation, que la musique peut réactiver des zones de l'hémisphère gauche et peut, de la sorte, bénéficier à des patients atteints de démences dégénératives, par exemple la maladie d'Alzheimer (Brotons et Koger, 2000). Concernant le fonctionnement transverse des traitements des systèmes langagier et musical, Peretz (1990) a montré que les troubles perceptifs engendrés par une lésion cérébrale du lobe gauche peuvent tout-à-fait concerner la reconnaissance du rythme alors que c'est le lobe droit qui gère cette caractéristique musicale dans sa pertinence globale. Un peu plus tard, Bradshaw et Mattingly (1995) ont observé que, exposés à de la musique, l'hémisphère gauche assure le traitement spécifique de la mélodie tandis que l'hémisphère droit permet un encodage plus général des contours mélodiques. Peretz et Coltheart (2003) expliquent de deux façons le recouvrement significatif des aires activées. En premier lieu, ils envisagent des traitements communs possibles pour certains aspects de l'information musicale et de l'information linguistique recueillies par le canal auditif, l'argument retenu étant le partage de spécificités par les deux formes d'expression, notamment lorsqu'il y a présence de texte comme c'est le cas avec la chanson, hypothèse complémentaire aux résultats évoqués par Sergent *et al.* (1992). Ensuite, confirmant les travaux de Crowder, Serafine et Repp (1990), ils rappellent que parole et musique recrutent des réseaux largement distribués de régions cérébrales et que concevoir ainsi une séparabilité rigoureuse des traitements reviendrait à simplifier le fonctionnement réel.

La conséquence générale de cette mobilisation cérébrale accrue est une amélioration globale des fonctions exécutives, ce qui pourrait être l'une des explications les plus probables de l'effet bénéfique de la musique sur l'apprentissage (Peretz et Kolinsky, 2009). Les fonctions exécutives, en lien direct avec la pratique, sont connues pour favoriser l'adaptation et la réceptivité d'un individu à son environnement car elles comprennent les processus de planification, de mémoire de travail, de contrôle et d'attention (Peretz et Kolinsky, 2009). Pour Galisson (1983) par exemple, c'est à l'influence favorable de la musique sur la mémoire que les sujets sélectionnés pour les expérimentations phonétiques doivent leur réussite. Cette dernière est de plus directement corrélée à l'attention, une fonction primordiale dans l'apprentissage. La presque totalité des auteurs cités ci-avant émettent d'ailleurs l'hypothèse que la réussite des musiciens y trouve son origine. Cette suggestion semble tout à fait acceptable au vu des résultats rapportés par Neville *et al.* (2009) et obtenus lors d'une expérimentation en langue maternelle sur trois groupes d'enfants de trois à cinq ans testés en compréhension et production orale, en cognition visuelle, en conscience phonologique, en aptitudes numériques, au raisonnement critique avant et après une formation. Des progrès sensiblement équivalents ont été relevés chez les deux groupes ayant respectivement reçu une formation à l'attention sélective et une formation intégrant la musique. À l'inverse, des progrès moindres et non significatifs ont été trouvés chez le groupe témoin soumis à une formation classique. D'autres études ont mis en évidence l'intérêt de la mélodie pour l'apprentissage chez des enfants en âge préscolaire et chez des jeunes adultes (Wolfe et Hom, 1993 ; Calvert, 2001). En particulier, il a été montré que des chansons familières

à l'apprenant impactent favorablement sa mémoire, la raison avancée étant que le rythme et la mélodie facilitent la structuration de la rétention d'informations (Wallace, 1994 ; Rainey et Larson, 2002) et que le débit du discours est ralenti lors d'un enseignement du texte en condition chantée (Scotto di Carlo, 1979 ; 1997 ; 2005 ; Kallopoulos, 2000 (cité par Scotto di Carlo, 2007) ; Kilgour, Jakobson et Cuddy, 2000), ce qui a amené Zedda (2006) à comparer le chant à une « loupe articulatoire ». La question n'est cependant pas résolue puisque Kilgour *et al.* (2000) suggèrent que le taux de stockage serait directement corrélé au facteur répétition et puisque Sims (2008) a trouvé, lors d'une étude visant à observer l'impact de la modalité répétition et de la modalité chantée comparée à la modalité parlée, qu'à un taux de présentations égal, la mémorisation des phrases est meilleure en condition parlée.

Plusieurs modèles et théories sur les processus de traitement perceptif et articulatoire des contrastes phonémiques non-natifs coexistent, les résultats des études ne permettant pas de valider une hypothèse plutôt qu'une autre. Les modèles convergent cependant sur l'influence des propriétés linguistiques universelles, des caractéristiques individuelles et des propriétés phonétiques et phonologiques de la langue maternelle sur la compétence de perception d'une langue étrangère. Ils établissent aussi un lien fréquent entre renforcement du conditionnement perceptif et l'âge de l'apprenant. Un lien perception-production a été établi, avec un effet principal de la perception sur la production, tandis que certaines théories prédisent un rapport étroit avec une représentation mentale des actions motrices et des cibles sonores, notamment lorsque le système auditif ne permet pas une interprétation univoque du signal acoustique.

Les différences de traitement des sons de parole entre les langues natives et apprises seraient à l'origine des modalités de création et d'évolution d'une interlangue. Pour prédire erreurs et réussites des apprenants, l'Hypothèse de l'Analyse Contrastive doit cependant être associée aux théories et modèles de Kuhl, Best et Flege. En effet, un son inconnu des apprenants, car absent de leur système phonologique, peut être plus aisément interprétable et réalisable qu'un son similaire, alors jugé de classe équivalente à une catégorie existante dans le système phonologique de la langue maternelle. Il s'agit donc, pour les didacticiens, de proposer des outils améliorant l'apprentissage phonétique d'une langue non-native. Les travaux de recherche rapportent par exemple une corrélation positive entre musique et apprentissages, et notamment pour l'intégration phonétique, la musique renforçant les processus de traitement du signal de parole. En rééducation vocale (Guberina, 1965 ; Bobillier-Chaumont, 1999) et en didactique de la phonétique des langues étrangères, la méthode verbo-tonale (Renard, 1971 ; 1979 ; 1989 ; 2002) fait d'ailleurs appel à des notions musicales (bien que cela ne soit pas présenté comme tel par les auteurs), mais aucune étude expérimentale ne valide à notre connaissance encore les procédés suggérés par la méthode. C'est aussi parce que parole et musique partagent des spécificités que les manuels de langue étrangère exploitent la chanson, mais l'objectif n'est que rarement phonétique et phonologique. La chanson comme ressource est exceptionnelle en phonétique corrective dans les classes de langue étrangère, alors qu'elle pourrait peut-être servir, comme le suggèrent les études précédemment citées, de voie de remédiation¹⁷ aux difficultés perceptives et articulatoires des apprenants.

¹⁷ La remédiation peut être définie comme la mise en oeuvre d'un support ou d'un outil en vue de résoudre des difficultés d'apprentissage.

I.2 Outils, méthodes et approches « musicales » en intégration phonétique : pratiques courantes et pratiques émergentes

Pour résoudre le problème du conditionnement auditif et le manque de reconnaissance interne du geste articulatoire non-natif, différentes approches, outils et techniques sont proposés aux apprenants de langue. L'objectif est d'aider ces derniers à trouver des stratégies appropriées à la perception et à la production des sons cibles. Ces stratégies peuvent être (voire, doivent être) d'ordre psychophonique et d'ordre physiophonique (Miras, 2013). Comparativement à la quantité de propositions pédagogiques pour d'autres sphères langagières, les outils et méthodes d'enseignement-apprentissage de la phonétique sont peu nombreux, peut-être en raison du manque de légitimité accordé à la phonétique au siècle dernier (Aubin, 2004 ; Wachs, 2011), peut-être en raison du manque de formation des enseignants à cette discipline ou encore du manque d'outils évaluatifs (Wachs, 2011).

Pourtant, dans un contexte d'enseignement-apprentissage d'une langue étrangère, la question des supports d'enseignement des sons et des phonèmes non-natifs se pose toujours. Les méthodes articulatoires et perceptives d'intégration phonétique sont désormais bien identifiées et exploitées par la majorité des didacticiens et concepteurs de manuels (Callamand, 1981 ; Kaneman-Pougatch et Pedoya-Guimbretière, 1989 ; 1991 ; Borrell, 1990 ; Pagniez-Delbart, 1990 ; Abry et Chalaron, 1994 ; 2009 ; 2011 ; Ali El Sayed Ibrahim Said, 2009 ; 2011). Il existe par exemple la méthode articulatoire basée sur l'enseignement-apprentissage explicite et précis des mouvements articulatoires impliqués dans la réalisation des sons de parole, ou bien sur l'observation par l'apprenant de schémas articulatoires (Kaneman-Pougatch et Pedoya-Guimbretière, 1989 ; 1991). Néanmoins, les activités articulatoires sont quantitativement moins importantes que celles de perception (cf. pour des enquêtes de terrain : Boite, 2009 ; Cornaz *et al.*, sous presse). De nombreux enseignants de langue seconde et de langue étrangère soutiennent davantage les approches auditives (défendent du moins leur utilisation en classe de phonétique, cf. Wachs, 2011), considérant que la récupération de la cible perceptive est nécessaire et indispensable à l'apprentissage du contrôle articulatoire (Borrell, 1990 ; Abry et Chalaron, 1994 ; 2009 ; 2011 ; Abry et Veldeman-Abry, 2007 ; Lauret, 2007 ; Ali El Sayed Ibrahim Said, 2009 ; 2011). La méthode verbo-tonale (Renard, 1971 ; 1979 ; 1989 ; 2002) est l'une des plus réputées, et elle nous intéresse particulièrement dans la mesure où elle accorde une importance fondamentale à des concepts partagés entre langue et musique.

Depuis quelques décennies en effet, l'intérêt pour l'exploitation de la musique comme support d'amélioration des apprentissages s'accroît. Comme évoqué dans la section précédente, les études rapportent une corrélation positive entre musique et développement cognitif (Mohanty et Hejmad, 1992 ; Rauscher *et al.*, 1997 ; Rauscher et Zupan, 2000 ; Bilhartz, Bruhn et Olson, 2000 ; Anvari *et al.*, 2002 ; Schellenberg et Weiss, 2013), entre musique et performance en identification d'unités distinctives (Cole, 2012) ou suprasegmentales (Kolinsky, Cuvelier, Goetry, Peretz et Morais, 2009) d'une langue étrangère, aussi chez les adultes (Sadakata et Sekiyama, 2011). Comme nous le verrons dans la partie suivante, le rôle bénéfique de la musique est également relevé sur les plans de la réussite scolaire chez l'enfant (Schellenberg, 2005) et l'adolescent (Risset, 2009), de la rapidité du développement perceptivo-articulo-moteur chez le petit enfant, et notamment de sa compétence verbale

(Zimmerman, 1971). Les raisons principalement évoquées sont plurielles, et se résument à celles précédemment évoquées : augmentation de l'activité cérébrale lors d'une exposition à de la musique et renforcement conséquent des fonctions exécutives, augmentation de la concentration, du bien-être (Kariuki et Honeycutt, 1998 ; Bakeroot, 2000), de la confiance en soi (Lambert, 2008), et de la motivation (Lambert, 2008 ; Chen et Chen, 2009). Dans le cadre de l'enseignement-apprentissage de la langue maternelle et des langues étrangères, outre la recherche récente d'outils motivants pour l'enseignement-apprentissage de la phonétique (Wachs, 2011), les atouts de la musique expliquent l'attrait grandissant porté à la chanson ces deux dernières décennies. Les concepteurs de manuels y recourent de plus en plus fréquemment (*Chante et découvre le français*, ABC Melody, 2009 ; *Fluo*, Meyer-Dreux, Durand, Harris, Le Gal et Lopes, 2003 ; *J'apprends le français en chantant*, Deblende et Heuze, 1992) et ces dernières décennies, la quantité de publication d'articles sur le sujet est en forte augmentation (cf. par exemple la revue *Langues Modernes*, 4, 2008 consacrée au thème 'Parole et Musique' dans laquelle de nombreux auteurs montrent l'effet positif de la musique en classe de langue). Le Conseil de l'Europe et le Comité de l'Éducation (1999 ; 2001 ; 2008) donnent eux-mêmes des instructions à ce sujet. Le *Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues* (Conseil de l'Europe et Comité de l'éducation, 2001) propose une utilisation de la chanson en tant que support pour l'acquisition et l'apprentissage des langues, ou comme outil de réduction du crible affectif (notion proposée pour la première fois par Dulay et Burt, 1977 ; cf. aussi Krashen, 1982).

L'engouement suscité par la chanson en didactique des langues provient essentiellement du fait qu'elle est à la fois source de motivation (facteur clé de la réussite d'un apprentissage, cf. Wachs, 2011) et – sauf cas exceptionnel –, l'union d'une musique et d'un texte, donc à mi-chemin entre musique et parole (Arleo, 2000). Pourtant, son utilisation dans la sphère de l'intégration phonétique en langue étrangère est encore débattue (Calvet, 1980 ; Aubin, 2008b), ce qui explique certainement sa rareté¹⁸. En outre, le recours à la voix chantée dans les sphères de rééducation de pathologies de la parole et du langage oral ou écrit (Wingate, 1976 ; Lalain *et al.*, 2000 ; MacMillan, 2004 ; Van Eeckhout, 2010 ; Van Eeckhout et Gatignol, 2010 ; Stervinou, 2011) et de la scène pour le développement de la conscience perceptive, de la proprioception, et des contrôles articulatoires (Grubb, 1979 ; Dupessey et Fournier, 1999) laisse penser qu'il est possible que la chanson soit moins efficace que la voix chantée dans un but d'intégration phonétique.

L'intérêt de cette section est de présenter, parce qu'elle exploite des éléments musicaux, les principes et outils fondamentaux de la méthode verbo-tonale utilisée en phonétique corrective, des études qui montrent l'effet de la musique sur les apprentissages, et des travaux qui ont observé les parallèles entre musique et parole, parmi lesquels certains ont testé le rôle de la chanson sur l'intégration phonétique.

¹⁸ L'absence de démonstration de l'efficacité de la chanson sur l'apprentissage phonétique ne peut être une explication puisque des méthodes décrites scientifiquement comme la méthode Tomatis, ou peu testées en contexte expérimental comme la méthode verbo-tonale, sont fréquemment utilisées (et sont, comme la chanson par les enseignants de langue, approuvées par les utilisateurs).

I.2.1 La méthode verbo-tonale

Parmi les méthodes d'intégration phonétique utilisées dans le cadre de l'enseignement-apprentissage des langues étrangères (entre autres méthodes : articulatoire, des oppositions phonologiques, de l'imitation de modèles enregistrés en laboratoire), la plus influente est certainement la méthode verbo-tonale qui s'est intégrée peu après sa création dans la méthodologie Structuro-Globale Audio-Visuelle, laquelle lui a apporté des compléments (Billières, 1995 ; Renard, 2002).

La méthode verbo-tonale trouve son origine en psycholinguistique, dans un outil du même nom mis en place par Guberina (1965) et qui visait initialement la rééducation de la surdité pathologique, outil lui-même inspiré des travaux de Weinreich (1953, 1963). La méthode se réfère aux notions de *surdité phonologique* (Polivanov, 1931) et de *crible phonologique* (Troubetzkoy, 1939), mais aussi au postulat des approches auditives (cf. Section I.1.2). Son utilisation pour une *mise en condition* phonologique dans la didactique des langues étrangères date des années 1960-70 (Renard, 1971 ; 1979 ; 1989 ; 2002). Notons que par l'expression *mise en condition*, les verbo-tonalistes marquent un désaccord avec le terme *conditionnement* utilisé par les méthodes behavioristes, affirmant par là une démarche d'enseignement-apprentissage véritablement différente. Sans que ne soit nié le processus de boucle audio-phonatoire, la méthode verbo-tonale émet l'hypothèse fondatrice que la mauvaise réalisation d'un segment non-natif découle d'un traitement auditif inadapté à la langue cible, car conditionné par des habitudes inconscientes et sélectives relatives à la langue maternelle (Renard, 2002 ; cf. aussi les travaux de Ylinen *et al.*, 2009 ; Takiguchi, 2010 ; Kivistö-de Souza et Mora, 2014 ; cf. Section I.1.1). Considérant que la réalisation est à l'image de la perception auditive, les verbo-tonalistes basent la correction sur la production de l'apprenant et utilisent des techniques visant à mettre en exergue les indices du signal acoustique qui ne semblent pas faire sens pour l'apprenant non-natif mais qui sont pourtant pertinents dans la langue cible.

Les années 1960 privilégient l'apprentissage inductif, c'est-à-dire basé sur l'observation, l'expérience, la manipulation et le questionnement afin de favoriser chez l'apprenant, guidé par l'enseignant, la conceptualisation des observations sous forme de règles de fonctionnement. De plus, par le biais d'un accès tardif à l'écrit, une place fondamentale est accordée à l'oral. L'objectif est d'une part, d'éviter d'éventuelles tentatives par les apprenants d'interpréter les sons de parole perçus à travers une recherche de la transcription orthographique ou une connaissance des rapports entre groupes de phonèmes¹⁹, (Landercy et Renard, 1977) et d'autre part, de reproduire les processus d'intégration inconscients tels que relevés dans les études sur le développement de la parole en langue maternelle (cf. Section I.1.1). En ce sens, la méthode verbo-tonale prône une intervention non explicitée de la part de l'enseignant. L'affinement perceptif s'obtient chez l'apprenant par le biais d'un entraînement répété et intensif (la notion d'*habitude*, issue de la méthode audio-orale, étant fondamentale à l'apprentissage comme le précise Wachs, 2011) de sa perception à une prosodie et à des fréquences utilisées dans la langue cible et absentes de sa langue maternelle. Parmi les techniques proposées à l'enseignant, les

¹⁹ Une telle approche déductive pourrait nuire à l'apprentissage de la prosodie et des segments non-natifs, car les codes écrit et oral ne se correspondent pas systématiquement, et de fait, l'application des règles de l'un à l'autre pourrait être source d'erreurs.

écoutes de rythme et d'intonation en langue étrangère, la phonétique combinatoire et la prononciation nuancée sont les plus utilisées. L'objectif de cet enseignement global est qu'à travers le mécanisme inconscient de régulations audio-phonatoires, l'apprenant modifie graduellement son crible phonologique (Renard, 2002) et son crible prosodique (Billières, 2002), tout en améliorant ses compétences articulatoires afin de pouvoir progressivement se représenter le son et le produire selon les critères acoustiques et articulatoires de la langue cible.

Parce que la prosodie serait acquise avant les phonèmes en langue maternelle (Mehler, Dupoux, Pallier et Dehaene-Lambertz, 1994 ; Nazzi, Floccia et Bertoncini, 1998 ; Nazzi, Bertoncini et Mehler, 1998 ; Rose, 2000 ; Demuth, 2001 ; Rose, 2002) et parce qu'elle constituerait un support à la perception et à la production correctes des phonèmes (Lehiste, 1970) lors de l'apprentissage d'une langue étrangère, la méthode verbo-tonale octroie une confiance communicationnelle plus forte à la globalité du message. C'est aussi ce qui justifie que les partisans de la méthode utilisent l'intonation pour améliorer la perception auditive de sons mal catégorisés (pour un exemple applicatif dans un manuel de langue, cf. *Oh là là !*, Calbris et Montredon, 1981). À ce propos, Wachs (2011 : 189) évoque un « contexte rythmique qui favorise l'écoute ». En effet, dans le cas où la qualité de production des segments est imprécise avec un schéma (qu'il appelle *pattern*) prosodique correspondant à celui de la langue cible, l'énoncé serait potentiellement compréhensible par un natif (Billières, 2002). C'est par ailleurs sur cette idée que se fonde la théorie de Lhote (1987 ; 1995), selon laquelle l'entrée dans le paysage sonore d'une langue étrangère s'effectue par la perception du rythme et de l'intonation.

L'approche verbo-tonale accorde également une importance spécifique à la notion de *système*. Tout segment supposé mal prononcé est, dans un premier temps, comparé par l'enseignant au son attendu. L'intérêt est d'analyser le type d'erreur, laquelle est considérée d'origine perceptive, puis de définir l'outil correctif adéquat parmi ceux proposés par la méthode. Deux outils en particulier sont proposés dans ce but correctif : la prononciation nuancée et la phonétique combinatoire.

La prononciation nuancée (Renard, 1977) consiste à moduler – autrement dit, à modifier légèrement – le timbre initial attendu dans la langue cible (autrement dit le modèle) en direction d'un phonème ne partageant qu'un seul trait articulatoire avec celui qui a conduit à l'assimilation perceptive *ou nativisation phonologique*²⁰ (c'est-à-dire la production incorrecte de l'apprenant). Les autres traits du modèle doivent être articulatoirement contraires à ceux qui sont à l'origine de la confusion perceptive (par exemple, <voiture> /vwatiR/ ~ <voiture> /vwatuR/). L'enseignant peut avoir recours, en plus des habituelles tables de références articulatoires, à des outils de classement auditifs des sons, par exemple la *table de l'acuité des consonnes* (Figure I.2 ; inspirée de Renard, 1971 : 93) ou le *triangle vocalique* (Figure I.3 ; inspirée de Billières, 2004). Ce dernier consiste en une représentation schématique et conventionnelle des voyelles vocaliques selon un axe bidimensionnel ou tridimensionnel correspondant aux traits d'aperture (abaissement de la mandibule) et d'antériorité (de la langue), éventuellement complétés par celui de labialité (cf. les travaux de Joos, 1948). Ainsi, en cas de confusion de /y/ avec /u/, l'enseignant est invité à produire un allophone de la voyelle cible, mais le

²⁰ Comme utilisé par Miras (2013) pour éviter l'ambiguïté avec l'« assimilation phonologique/combinatoire ».

plus proche d'une voyelle de même aperture ou de même antériorité, et excluant le trait à l'origine de l'erreur (ici l'arrondissement), soit /i/ dans ce cas. L'objectif est de faciliter l'identification intuitive des fréquences élevées par l'apprenant (Renard, 1979). Une étude de Delvaux *et al.* (2008) a montré que l'efficacité du modelage perceptuel est réelle, mais que la taille de son effet est extrêmement sensible à l'individu et fortement dépendante d'autres variables impliquées dans les processus de traitement du signal de parole (par exemple : débit de parole, durée de *VOT*, amplitude du *burst* et bruit d'aspiration pour les consonnes, durée pour les voyelles). Il existe également une possibilité de nuancer la prononciation par l'allongement de la durée des voyelles ou des consonnes fricatives, ou encore par la modification de l'intensité d'un son, l'intérêt étant de faciliter l'analyse inconsciente de la structure du signal sonore par l'apprenant.

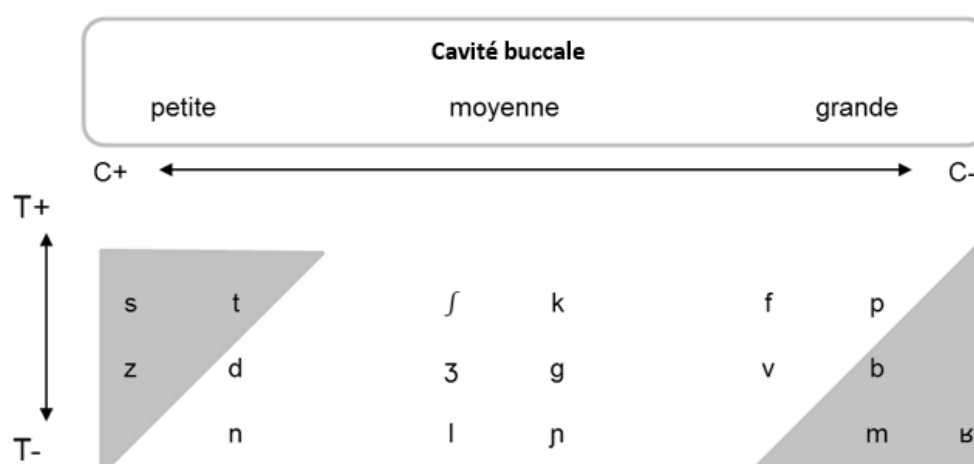


Figure I.2 Exemple de figure à disposition des enseignants proposée par la méthode verbo-tonale (à partir de Renard, 1971 : 93). Axe vertical : la force de tension ; Axe horizontal : l'acuité (en gris, les zones respectivement les plus claires (à gauche) et les plus sombres (à droite) ; pour plus de précisions sur ces notions, cf page suivante). La classification ne fait pas consensus (par exemple, Kaneman-Pougatch et Pedoya-Guimbretière (1989) n'attribuent aucune caractéristique d'acuité à /k/ /g/ /ɣ/, alors que Callamand (1981) les considère neutres mais les ordonne malgré tout, indiquant que /k/ est plus tendue que /g/ et /ɣ/.

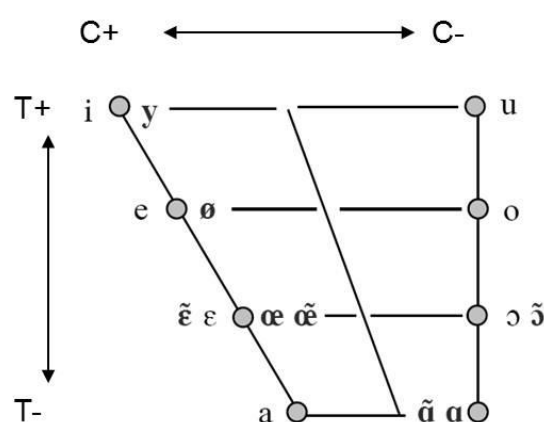


Figure I.3 Exemple de figure à disposition des enseignants utilisant la méthode verbo-tonale pour la correction phonétique du français (à partir de Billières, 2004).

Du point de vue acoustique, les verbo-tonalistes prédisent qu'il est possible de renforcer, dans le signal de parole, le taux d'informations phonétiques supposément non perçues par l'apprenant grâce à l'utilisation d'un procédé de redondance acoustique, et grâce à l'évitement des modifications de transitions formantiques. Le principe de la phonétique combinatoire consiste donc à répartir l'information acoustique sur l'ensemble des phonèmes coarticulés, de sorte de renforcer les traits caractéristiques de chaque phonème, de faciliter la récupération auditive d'indices acoustiques et, par voie de conséquence, de faciliter des gestes articulatoires utilisés pour la production des phonèmes coarticulés. Il s'agit de sélectionner un contexte phonologique aux propriétés acoustiques semblables au segment non-natif dont les caractéristiques pertinentes ne semblent pas être traitées par l'apprenant (cf. détails ci-après). Comme les interférences sont supposées provenir d'un défaut d'appréciation des degrés de labialité, de tension ou d'acuité – termes déjà utilisés par les phonéticiens et intimement liés aux caractéristiques acoustiques des sons –, la méthode verbo-tonale s'appuie sur ces caractéristiques pour sélectionner le phonème à coarticuler.

- Un son peut être caractérisé selon le trait articulatoire de labialité. Il peut être étiré, arrondi, voire très arrondi (Zerling, 1992). C'est le cas de [y] et de [u] en français qui sont arrondis, [i] étant au contraire étiré. Du point de vue des consonnes, la distinction est moins claire. Si [p] est labial, [t] n'appartient par exemple à aucune classe du fait que le geste labial dépend de la coarticulation.
- Un son peut également être défini, suivant un paramètre de type psychophysique, comme tendu ou relâché. Plus une voyelle est fermée, plus elle est tendue ; et plus elle est postérieure, plus elle est relâchée (Renard, 1979 ; 2002). Ainsi, [u] est tendu par rapport à [o] mais est relâché par rapport à [y]. Pour les consonnes, les termes de tension et détente recouvrent souvent la distinction de voisement. Les occlusives [p] et [t] sont donc tendues. La tension de la consonne dépend aussi de la paire observée ([t] est dans notre exemple plus tendu que [p]), et de la position de la consonne dans la syllabe (en initial de syllabe, la tension est majorée), de l'accentuation (la tension est considérée plus forte en syllabe accentuée), de l'entourage phonémique (par exemple [t] est relâché quand il précède ou suit [u], mais tendu s'il précède ou suit [i]), de la direction de l'assimilation combinatoire (selon qu'elle est régressive ou progressive, ou à double sens), et de sa force articulatoire intrinsèque ([p t k] sont les consonnes les plus fortes (Delattre, 1966) ; donc les plus tendues du français).
- Enfin, le son peut être perceptivement caractérisé de clair ou sombre (Jakobson *et al.*, 1952). Ces caractéristiques sont en lien avec le volume buccal et surtout, avec la répartition des fréquences à l'intérieur du spectre sonore (Renard, 2002). Plus le volume buccal est grand, plus la répartition spectrale est favorable aux fréquences graves, et donc plus la voyelle est dite sombre, et *vice-versa*. C'est pourquoi [p] qui se caractérise par une présence de bruit (relâchement de l'occlusion) dans des fréquences graves et un volume buccal important est considérée par les verbo-tonalistes comme un son sombre, tandis que [t] est classé parmi les sons consonantiques les plus clairs du français en raison d'une articulation apico-alvéolaire provoquant un renforcement de l'énergie dans les fréquences hautes du spectre acoustique (Figure I.2; Renard, 1971 : 93). Pour les phonèmes vocaliques, il y a corrélation entre la tension et l'acuité. Plus la voyelle est tendue (et antérieure), plus elle est considérée claire. D'autre part, la coarticulation peut impacter l'acuité d'un son (Renard, 1979 ; 2002). Par exemple, [y] est plus sombre en contexte labial

qu'en contexte alvéolaire. En somme, cette valence claire-sombre est principalement obtenue, pour les voyelles, par la fréquence de la deuxième zone de renforcement harmonique (Formant₂ ou F_2) et pour les consonnes, par la direction de la transition formantique de F_2 et/ou par la fréquence du bruit ou de turbulences dans le spectre (Jakobson, Fant et Halle, 1952 ; Delattre, 1962).

L'enseignant peut tout aussi bien exploiter une technique de manière isolée ou bien combiner les procédés correctifs s'il souhaite optimiser la perception d'une réalisation phonémique. À titre d'exemple, pour corriger un relâchement excessif et le manque d'acuité d'un son, la méthode verbo-tonale suppose qu'il est avantageux de l'émettre simultanément sur une intonation ascendante (en fin de phrase interrogative par exemple), dans un contexte articulatoire clair (à l'instar de [t] ou [i]), dans une position intra-syllabique facilitante (en initiale), ou d'interchanger le son par un autre ayant des caractéristiques physiques plus claires (pour des exemples de tous ces outils, se référer entre autres à Renard, 1971 ; 1979 ; 1989 ; 2002 ; Callamand, 1981 ; Kaneman-Pougatch et Pedoya-Guimbretière, 1989 ; 1991 ; Wachs, 2011²¹).

La méthode verbo-tonale est intéressante pour une correction dans l'immédiat parce que les stratégies de correction phonétique partent de la production de l'apprenant. Cependant, rappelons-le, une connaissance anticipée par l'enseignant des similitudes et différences phonétiques et phonologiques entre les langues considérées est nécessaire afin qu'il puisse concevoir un contenu de cours et des stratégies de correction adaptés aux besoins des apprenants, d'où l'intérêt de l'approche contrastive des systèmes phonologiques proposée par l'Hypothèse de l'Analyse Contrastive (Lado, 1957 ; cf. Section I.1.3.1). D'autre part, l'enseignant doit identifier un support facilitateur des données à enseigner. En effet, comme le précise Wachs (2011), le contenu à enseigner varie peu, ce sont les outils de transmission qui évoluent. Dans ce cadre et depuis une vingtaine d'années naissent des propositions d'adaptation à la didactique des langues étrangères de supports propres aux pratiques artistiques. Ainsi, des séquences pédagogiques innovantes basent leur contenu de cours sur les méthodes traditionnelles reconnues dans le domaine de l'enseignement-apprentissage des langues étrangères, et notamment les méthodes verbo-tonale et articulatoire, mais y intègrent des techniques et activités artistiques à la fois efficaces et ludiques. Parmi les supports artistiques adaptés à la didactique des langues, la musique en recouvre un large champ (Douglas et Willatts, 1994 ; Lowe, 1995 ; Gardiner, Fox, Knowles, Jeffrey, 1996 ; Lowe, 1998 ; Cormeille, 1999 ; Anvari *et al.*, 2002 ; Bolduc et Montésinos-Gelet, 2005 ; Stansell, 2005 ; Bolduc, 2007 ; Bolduc, 2008 ; Bolduc et Fleuret, 2009), et en particulier la chanson (Bergeret, 1976 ; Calvet, 1980 ; Martin et Tresallet, 1999 ; Heuze et Delbende, 2003 ; Abry et Veldeman-Abry, 2007 ; Lauret, 2007 ; Berg, 2008 ; Fraisse, 2008 ; Gourvennec, 2008 ; 2011 ; Nikou, 2008 ; Pelosse, 2008 ; Schön *et al.*, 2008 ; Thares, 2010 ; Bolduc et Lefebvre, 2012). Des études affirment son intérêt pour des acquisitions pluridisciplinaires, aussi variées que les mathématiques et, comme déjà vu, la phonétique et la phonologie (cf. Section I.1.5.1).

²¹ À titre illustratif, nous citons Wachs (2011) parce qu'elle propose l'exemple d'une correction qui prend à la fois appui sur la production constatée de l'apprenant et sur le type d'assimilation perceptive supposé chez cet apprenant. Dans le cas d'une production de /y/ attendue labialisée, l'enseignant invite l'apprenant à articuler /y/ en contexte consonantique bi-labial, dental, alvéolaire ou palatal.

I.2.2 La musique comme support à l'acquisition et à l'apprentissage

I.2.2.1 Une meilleure réussite scolaire chez les bénéficiaires d'un enseignement musical ou intégré de musique

Les études sur l'apport bénéfique de la musique pour les développements cognitifs sont majoritairement menées sur les enfants (par exemple Brunier, 1979 ; Robbins, McKenzie et Robb, 1990 ; Humpal, 1991 ; Rauscher, Shaw, Levine et Wright, 1994 ; Schellenberg, 2005 ; Wetter, Koerner et Schwaninger, 2009 ; Lecoq et Suchaut, 2012), notamment ceux d'école primaire. Rares sont les études dont les sujets sont collégiens ou lycéens (comme c'est le cas dans les études d'Eterno, 1961 ; Fish, 1984 ; Risset, 2009) ou adultes (par exemple Hooper, 2002 ; Morgan, 2003 ; Slevc et Miyake, 2006). Les raisons principales du choix de sujets en âge préscolaire ou primaire sont un meilleur contrôle des variables sociolinguistiques et une priorité donnée à l'observation des effets de la musique sur l'intégration sociale, la représentation dans l'espace et le temps, et surtout la réussite scolaire.

Parmi les études montrant le rôle favorable de la musique sur le bien-être interpersonnel, on recense celle de Hooper (2002) sur l'harmonisation des relations entre des adultes en difficulté d'apprentissage d'une part, et celles de Hughes, Robbins *et al.* (1990) et Humpal (1991) abordant la question du comportement social entre élèves en difficulté d'intégration sociale et élèves socialement intégrés d'autre part (pour une revue cf. Gourgey, 1998 ; Schellenberg, 2005). En ce qui concerne les autres compétences, une étude longitudinale pluri-paramétrique a montré que des enfants exposés à la méthode Kodály – pédagogie de la musique associant le geste au rythme (Comeau, 1989 ; Göktürk Cary, 2012) – à partir de 4 mois et jusqu'à 43 mois présentent une meilleure sécurité communicative et une aisance plus importante dans les échanges verbaux que les enfants du groupe témoin (Kassaï, 1995). Une autre étude longitudinale menée en école élémentaire, d'une année cette fois, a révélé que des enfants issus de milieux sociaux-professionnels variés et ayant une pratique de piano ou de chant via la méthode Kodály obtiennent aux tests de Wechsler (voir ci-après) des résultats significativement meilleurs que leurs camarades n'ayant pas été en contact avec la musique (Schellenberg, 2005). Ces tests d'habiletés intellectuelles spécialement conçus pour des enfants par Wechsler (1991) consistent en un ensemble de tâches impliquant la mémoire verbale et des raisonnements mathématiques et spatio-temporels. Dans ce dernier domaine, les effets positifs d'une pratique musicale via des cours de piano (Rauscher *et al.*, 1994), l'utilisation de carillons en classe (Gromko et Poorman, 1998), des séances de chant par la méthode Kodály (Hurwitz, Wolff, Bortnick et Kokas, 1975), ou bien la participation à des cours de formation musicale pour classe de piano (Rauscher et Zupan, 1999) ont également été observés chez des enfants en âge préscolaire.

L'effet bénéfique de la pratique musicale sur les compétences transversales²² évaluées dans les programmes scolaires a été rapporté chez des enfants de primaire (Brunier, 1979 ; Mingat et Suchaut, 1994 ; Ringgenberg, 2003 ; Stansell, 2005 ; Wetter *et al.*, 2009 ; Lecoq et Suchaut, 2012). Cet effet a été relevé principalement en musique bien sûr, largement en mathématique (Gardiner, Fox, Knowles et Jeffrey., 1996 ;

²² Il s'agit de savoirs complémentaires mais de différents ordres et en lien étroit avec les disciplines enseignées à l'école.

Graziano, Peterson et Shaw, 1999 ; Bamberger, 2000 ; Vaughn, 2000) et systématiquement en prélecture (laquelle correspond à des tâches de lecture phonétique, de reconnaissance de mots et pseudo-mots) (Nicholson, 1972 ; Ho, Cheung et Chan, 2003 ; Hurwitz *et al.*, 1975 ; Wood, 1990 ; Lamb et Gregory, 1993 ; Gardiner *et al.*, 1996 ; pour une revue cf. Standley, 2008). L'intérêt d'un enseignement transdisciplinaire intégrant la musique pour l'apprentissage d'une langue seconde a été montré par Lowe (1995). Son étude a révélé des scores plus élevés aux tests de connaissances et pratiques musicales, mais surtout aux tests de compréhension écrite, de prononciation et de grammaire orale du français langue étrangère chez les enfants ayant reçu un enseignement combiné langue et musique que chez leurs camarades exposés à des enseignements cloisonnés.

I.2.2.2 Des conditions d'apprentissage améliorées et des processus d'acquisition renforcés

Il existe un ensemble d'études qui montrent une influence favorable de la musique sur les processus d'acquisition dans des disciplines variées, mais les raisons ne sont pas encore clairement connues. Quoique les hypothèses majeures soient le partage de circuits neuronaux et de processus des traitements des sons musicaux et de parole, ainsi que le renforcement de la mémoire grâce à l'apport du rythme et de la mélodie pour la structuration des éléments nouveaux (cf. Section I.1.5.2), des chercheurs évoquent de plus la possible influence de facteurs psychologiques et matériels induits par l'utilisation même de la musique. Schellenberg (2005) émet par exemple l'hypothèse que les meilleurs résultats obtenus par les individus ayant suivi un enseignement musical théorique et pratique pourraient provenir du contexte didactique devenu plus favorable à l'apprentissage comparativement à des situations dites classiques. Un autre intérêt de la musique pour les apprentissages concerne les conditions matérielles, supposées davantage favorables au contexte pédagogique (Schellenberg, 2005). L'activité musicale nécessite en effet des groupes numériquement réduits, ce qui a par ailleurs été reconnu comme un facteur de la réussite d'un apprentissage (Ehrenberg, Brewer, Gamoran et Willms, 2001). Cependant, des études s'intéressant au rôle de la musique en classe, conduites sur des groupes de participants plus importants, concluent à des résultats également significativement meilleurs chez les musiciens, révélant un effet positif propre à la musique et non dépendant de la taille du groupe (Wagley, 1978 ; Selway, 2003 ; Chen et Chen, 2009).

Le problème, et non des moindres, de la plupart des expériences précitées vient du fait que les sujets testés n'ont pas toujours été choisis de manière aléatoire, ce qui pose la question de l'impact, sur les résultats, de la motivation et des capacités cognitives des individus retenus dans les groupes expérimentaux, mais aussi de leur catégorie socioprofessionnelle ou de celle(s) de leurs parents. Or la vérification de ces variables et leur neutralisation est essentielle dans la mesure où elles risquent d'influencer les résultats (Gardner, 1960 ; Gardner et Lambert, 1972). Les études sur la motivation montrent par exemple son rôle direct sur la marge de progression des participants (Pimsleur *et al.*, 1962 ; Viau, 2000 ; Vollmeyer et Rheinberg, 2000 ; 2004). Chen et Chen (2009) ont ainsi trouvé un lien entre performance et motivation au cours d'une formation d'anglais langue étrangère à destination de natifs du min-nan²³, la motivation étant induite par le biais d'une chanson populaire, considération particulièrement intéressante dans le cadre de notre recherche. Cependant, parmi toutes les études précédemment évoquées, les rares précisant avoir contrôlé à la fois les origines sociales et le *background* musical (ou *biographie*

²³ Le min-nan est une langue sino-tibétaine parlée dans des régions du sud-est de la Chine et à Taïwan.

musicale) des individus, et avoir en plus composé aléatoirement les groupes expérimentaux et témoins, concluent elles-aussi à un effet principal de la musique sur les performances. En ce sens, l'étude de Rauscher *et al.* (1997) révèle par exemple une meilleure capacité spatio-temporelle chez les enfants inscrits à des cours de piano que chez des enfants du même âge non musiciens, et celle de Lowe (1995) relie les progrès en musique, en compréhension écrite et en grammaire orale du français chez les enfants natifs de l'anglais, à leur pratique musicale en classe.

Il n'en reste pas moins que dans un contexte didactique exploitant la musique, le facteur motivationnel ne peut pas être complètement contrôlé puisque la motivation est induite par, et résultante, du type de support, d'où la façon dont Chen et Chen (2009) interprètent leurs résultats. Il a même été montré que la musique est vécue comme une meilleure récompense que des prix ou des sucreries (Standley, 1996). Ritt-Cheippe (2010) explique également de cette façon les progrès d'enfants scolarisés, à l'origine réticents à la lecture et plus généralement à la prise de parole en public, ayant réussi à modifier avantageusement leur comportement dans ces domaines lorsqu'un support musical était installé en fond sonore. C'est de la même manière que Dodane (2003) justifie la facilitation de l'acquisition et l'apprentissage linguistiques chez des enfants de primaire. En plus de la motivation, un autre paramètre a été établi comme difficilement dé-corrélabile de la musique : l'apaisement. L'étude de Kariuki et Honeycutt (1998) a montré que des enfants perturbés émotionnellement obtiennent de meilleures compétences en production écrite lorsque la rédaction est produite sur fond sonore musical, confirmant ainsi la suggestion de Konopczynski (1987) qui anticipait un possible impact positif psycho-affectif généré par la musique. De par son essence artistique, émotionnelle et gestuelle, la musique serait en effet encline à instaurer une ambiance conviviale et participative (Peretz et Kolinsky, 2009), évidemment propice au contexte didactique. La connaissance de ces résultats a servi à l'élaboration de notre protocole expérimental, pour lequel nous avons essayé de créer des séquences didactiques à potentiel motivationnel proche, que le chant fasse partie intégrante ou non de la formation (cf. Chapitre V).

I.2.2.3 Des similitudes entre musique et langue

Le choix d'utiliser la musique pour améliorer les apprentissages provient de résultats majeurs : les premiers dévoilent son efficacité pour l'acquisition et l'apprentissage ; les seconds mettent en évidence son rapport étroit avec la langue, tant du point de vue du traitement cognitif, comme évoqué précédemment sur la hauteur ou la durée (cf. Section I.1.5.1), que du point de vue syntaxique ou bien des origines et de leur développement (Brown, 2000).

Langue et musique auraient une genèse commune et universelle (Marler, 1970 ; Doupo et Kuhl, 1999 ; Brown, 2000 ; 2001 ; Mithen, 2005), et se seraient spécialisées par la suite (Wiggins, 1998 ; Brown, 2000 ; 2001 ; Dodane, 2003 ; Mithen, 2005). Outre le fait que tous les êtres humains portent en eux un instrument vocal, si aucune déficience ne gêne l'expérience chantée ou parlée, ils accèderaient sans nécessité d'un apprentissage formel préalable à la parole et au chant – du moins à un niveau initial en ce qui concerne la musique – (Delbé, 2009). Certaines études suggèrent en effet l'existence de modules innés pour l'acquisition de la musique, lesquels seraient mobilisés au contact de l'environnement (Sloboda, 1985 ; Bigand, 1997 ; Tillmann, Bharucha et Bigand,

2000 ; Ilahi, 2002 ; Patel, 2003 ; McDermott et Hauser, 2005 ; Trafuri, 2005 ; Bigand et Poulin-Charronnat, 2006). Du point de vue développemental, le 'musicolanguage' (*musilanguage* en anglais) (Brown, 2001) serait directement observable sur les premiers stades du développement du langage (Cross, 2003) et plus tard, sur la coordination interindividuelle (Fenk-Oczlon, 2010). Le système auditif de l'être humain deviendrait fonctionnel dès le stade embryonnaire (Rubel et Fritzsche, 2002). Pour certains auteurs, les aptitudes à la parole et à la musique se développeraient avec la perception des rythmes et des vibrations, puis de l'intonation entre 17 et 19 semaines de gestation, période à laquelle le fœtus commencerait à entendre (propos rapporté par Vaissière, 2011) la respiration et les battements cardiaques (Mannes, 2011). Jadri *et al.* (2008) et Jadri *et al.* (2012) ont trouvé une activité cérébrale dans le lobe temporal gauche chez le fœtus âgé de 33 semaines de gestation lorsqu'il est exposé à des sons de parole. Lecanuet *et al.* avaient auparavant (1987) relevé une réaction cardiaque de fœtus âgés entre 35 et 38 semaines exposés à des paires de syllabes. Ils ont relevé un changement de leur rythme cardiaque à chaque inversion de l'ordre des syllabes émises (/babi/ vs /biba/), résultats qui suggéraient une habileté du fœtus à percevoir et discriminer des modifications dans la chaîne d'unités de parole²⁴. Des recherches ont également établi que le nouveau-né présente une habileté à discriminer l'ensemble universel des contrastes phonétiques (Werker *et al.*, 2012) mais aussi des échelles musicales (Brandt *et al.*, 2012). Le développement des deux modes de communication partage des similitudes et se poursuit parallèlement à la croissance de l'humain. En ce qui concerne l'expérience du chant, Trehub (2001) et Bergeson et Trehub (2002) montrent que l'enfant chante dès 12 mois, et que, dès 18 mois, ses mélodies sont reconnaissables par les personnes de son entourage. En ce qui concerne la parole, l'enfant commence par produire l'intonation et la prosodie durant le babillage avant d'énoncer entre 12 et 18 mois ses premiers mots reconnaissables comme tels par sa communauté environnante (Boysson-Bardies, 1996 ; Kern, 2001). Du point de vue perceptif, musicien ou pas, l'enfant atteint autour de ses 12 ans un niveau de sensibilité harmonique semblable à celui d'un adulte, et vers 18 ans sa compétence de discrimination de l'accentuation est comparable à celle d'un adulte (Brandt *et al.*, 2012). Du point de vue articulatoire, le jeu exploratoire vocal qui se développe chez le nourrisson entre 4 et 6 mois résulterait de comportements proto-linguistiques/proto-musicaux et serait à l'origine du babillage répété entre 7 et 13 mois (Cross, 2003). Par ailleurs, selon les résultats de Tillmann *et al.* (2000), le maintien de ces aptitudes en chant et en parole dépend de leur degré d'utilité, et leur mode de développement dépend du milieu d'apprentissage et de vie, autrement dit du cadre et des modalités d'exposition (Fonseca-Mora, 2000). Au sujet du chant et plus précisément de la justesse mélodique d'une chanson populaire simple, il a par exemple été démontré que certains amateurs atteignent le niveau de professionnels (Dalla Bella, Giguère et Peretz, 2007).

Quoiqu'il puisse exister une origine commune de la langue et de la musique, l'histoire et les cultures influent sur les formes langagières et musicales, lesquelles s'interpénètrent et s'empruntent des usages les unes aux autres (Lemarquis, 2013). Du point de vue ethnolinguistique et sociolinguistique, les définitions attribuées à l'acte chanté et à l'acte parlé résultent des représentations culturelles et de l'imaginaire collectif, révélant une frontière instable et une absence de catégorisation nette pour ces types d'émission. En français, l'étymologie partagée de quelques vocables utilisés pour décrire la musique et la phonétique de la langue en est une illustration.

²⁴ compétence qui pourrait se développer plus tôt encore, vers la 38^{ème} semaine de gestation selon des chercheurs, tels Draganova *et al.* (2007).

Par exemple, le terme *prosodie* provient de l'ancien grec *ôdê*, qui signifie *chant*, tandis que *intonation* vient du latin *intonare*, qui peut être traduit comme *tonner* ou bien *faire retentir* (Dodane, 2003).

Plus extrême encore, voix et musique peuvent s'apparenter et se compléter dans certaines cultures, par exemple pour exprimer des sentiments comme suggéré par Rousseau (1781) pour la langue française, et comme le démontrent certains typologies de systèmes de langues tambourinées (*ou* langages tambourinés) répandues en Océanie, en Afrique subsaharienne et en Afrique de l'Est. Ce mode de communication exploite des caractéristiques musicales pour la transmission de messages à des villages distants de plusieurs dizaines de kilomètres (Arom, 2009). Au Cameroun par exemple, à l'image de la langue tonale correspondante, les frappes sont effectuées sur un tambour à deux hauteurs tonales, et le discours est alors constitué de véritables phrases musicales, conservant de plus le rythme de l'élocution correspondante (Rialland, 2007 ; Arom, 2009). Dans la mesure où le son devient signe évocateur de sens et où le système accepte – dans certaines limites – l'innovation grammaticale (Arom, 2009), les codes tambourinés sont reconnus par les linguistes comme des langues (Cloarec-Heiss, 1997 ; Arom, 2009). Il en va de même pour les langues sifflées. Les utilisateurs du *Silbo Gomero* par exemple communiquent par le biais de sifflements à travers le terrain montagneux des îles Canaries (Rialland, 2003). Le sifflement se base entre autres sur la hauteur fréquentielle du deuxième formant de l'espagnol (qui est la langue parlée correspondante), le deuxième formant étant étroitement lié aux mouvements antérieurs et postérieurs de la langue (*ibid.* ; à propos des langues sifflées, cf. aussi Meyer, 2005). Dans cette perspective, pourrait être repensée la conception habituelle faisant de la musique d'une part un outil de plaisir et d'émotion seulement, et de la parole d'autre part un objet de communication uniquement (Besson et Regnault, 2000). Cet exemple montre aussi que langue et musique sont toutes deux utilisées pour transmettre un message, même si la parole permet une précision sémantique bien plus forte que la musique dont le principal effet est émotionnel (Fonseca-Mora, 2000).

Le chant peut être exploité dans une dominante rituelle et sacrée, parfois même avec un interdit d'usage pour la sphère du plaisir et du jeu (comme dans certaines communautés ethniques), il peut être davantage associé à un acte artistique ou créatif (Besson et Regnault, 2000), mais dans tous ces cas, une écoute holistique est envisageable selon Hagège (2009). Il s'agirait dans ce cas d'une écoute de la musique en tant qu'un tout, durant laquelle l'émotion servirait de guide. La culture et le savoir ne seraient pas mobilisés par l'auditeur, évitant de fait une analyse du système (*ibid.*). Il est intéressant de remarquer que le même processus d'écoute est évoqué par Renard (1977 ; 1979 ; 2002) à propos d'un non-natif exposé à une langue étrangère dans laquelle il serait naïf et que c'est une des raisons qui justifie la volonté d'une approche non analytique, donc inductive, de la langue étrangère (cf. Section I.2.1).

Parole et musique sont aussi apparentées du fait que chacune procède d'une organisation hiérarchique et codée, attribuant une valeur spécifique à des unités abstraites, les agençant et les combinant selon des relations définies pour un contexte de parole ou un genre musical (Nattiez et Dunsby, 1977 ; Jackendoff et Lerdhal, 1980 ; Narmour, 1990 ; Wiggins, 1998 ; Patel, 2003 ; Huron, 2006 ; Schreuder, 2006 ; Szendy, 2009 ; Hagège, 2009 ; Jackendoff, 2009). Bien qu'au contraire des mots, les associations d'accords ou de fréquences tonales ne soient pas porteuses de sens (au sens linguistique du terme), elles ont des fonctions structurelles (Wiggins, 1998 ;

Tillmann *et al.*, 2000) dont l'ordre est également interprétable par une communauté donnée (Wiggins, 1998 ; Cross et Tolbert, 2008), ce qui justifie la volonté de certains chercheurs, telle Aubin (cf. entre autres son article de 2008a), de défendre la reconnaissance du terme *langue-culture* en vue de rappeler que les deux sont étroitement liés.

L'absence d'équivalences rigoureuses entre certains paramètres inhérents à la parole et à la musique, par exemple entre les spectres acoustiques d'une note de musique et d'un son de langue, n'empêche pas les structures inhérentes à chaque système d'être composées de nombreux éléments simples qui, combinés les uns aux autres selon une organisation linéaire (Rivière-Raverlat, 1997), forment un message pertinent (Jackendoff et Lerdhal, 1980 ; Narmour, 1990 ; Fonseca-Mora, 2000). Il s'agit d'unités distinctives élémentaires, les phonèmes et les notes, ou d'unités suprasegmentales comme les syllabes, les mots et les intervalles, les propositions et les figures mélodiques, les phrases et les phrasés, l'énoncé et la section... (Rivière-Raverlat, 1997 ; Arleo, 2000 ; Dodane, 2003). Musique et parole reposent de plus sur différents niveaux de traitement : pragmatique, syntaxique, sémantique, prosodique, phonologique et orthographique dans la parole ; transcription musicale, rythmique, mélodique et harmonique dans la musique (Besson et Regnault, 2000). Besson et Friederici (1998) relèvent d'ailleurs une activité cérébrale commune pour les traitements syntaxiques et prosodiques de la parole et les traitements harmoniques, mélodiques et rythmiques. Les structures hiérarchiques de la langue et de la musique sont également comparables du point de vue de la prosodie. Rivière-Raverlat (1997), Arleo (2000) et Dodane (2003) comparent respectivement rythme et mélodie avec accent et intonation et Fonseca-Mora (2000) ajoute un usage commun du son, du volume, de l'intensité, de l'accent, du ton, du rythme et des pauses. Rivière-Raverlat (1997) et Arleo (2000) précisent aussi que parole et musique se ressemblent en ce sens qu'elles suivent inévitablement une ligne temporelle. En parole, les frontières de sens sont interprétées par l'auditeur à partir d'indices acoustiques. Les propositions se détachent ainsi les unes des autres par le biais d'une modification de la fréquence fondamentale ou encore, pour le français ou l'anglais, d'un allongement temporel de la syllabe précédant la frontière (Klatt et Cooper, 1975). De façon comparable, les frontières musicales sont indiquées par une chute de la fréquence fondamentale, laquelle est souvent combinée à un allongement de la durée des notes (Juszyk et Krumhansl, 1993). Il a même été montré que, dans une langue-culture donnée, la prosodie de la langue influence les contraintes rythmiques de la musique (Patel et Daniele, 2003 ; Jeannin, 2002).

En parole comme en musique, le répertoire d'unités et les règles d'assemblage sont numériquement limités, mais les associations sont infinies – dans le respect d'un code et d'une grammaire donnés (Gilbers et Schreuder, 2002 ; Delbé, 2009) –, permettant des énoncés imprévisibles et un renouvellement permanent des formes (Zbikowski, non publié, 2011). Il existe donc un processus grammatical génératif dans les deux formes de communication. De la même manière qu'un locuteur doit intérioriser la grammaire d'une langue pour bien communiquer, un musicien doit apprendre une grande part des règles d'un style musical. Ces savoirs, acquis de manière inductive ou déductive selon les contextes, permettent à l'auditeur de juger de la bonne forme d'un énoncé, mais aussi de l'interpréter correctement en cas d'altération partielle du message. Quoique les niveaux de traitements cognitifs soient encore méconnus, de nombreuses études comparant musique et langue (et plus précisément, la parole) observent ainsi le comportement des sujets face à des violations grammaticales, souvent d'ordre sémantique ou mélodique (Besson et Regnault, 2000 ; Schön, Magne et Besson, 2004 ; Magne *et al.*,

2006 ; Marques, Moreno, Castro et Besson, 2007). Les sujets musiciens identifient significativement mieux que les profanes les incongruités musicales. Sloboda (1976) a aussi montré que cette grammaire peut être assimilée au point que des musiciens corrigent spontanément, et sans même s'en rendre compte, une erreur de notation dans les partitions musicales. Ces derniers jouent la mélodie attendue selon les règles du système et non pas la transcription qu'ils sont censés lire. Néanmoins, tout écart de l'organisation structurale et des règles conduisent à un risque majeur d'incompréhension au sein de la communauté parlante et mélomane (Gilbers et Schreuder, 2002), et parfois, le dysfonctionnement de processus intrinsèques à l'une détériore le fonctionnement de l'autre. Peretz, avec Belleville et Fontaine d'abord (1997), puis Kolinsky ensuite (1998) et Liu *et al.* (2010) l'ont démontré lors d'une étude sur l'amusie chez des adultes. Les deux groupes de chercheurs ont trouvé une corrélation entre perturbation des compétences musicales et difficulté de perception des variations de fréquences fondamentales en parole. Alcock, Passingham, Watkins et Vargha-Khadem (2000) ont obtenu des résultats comparables sur le lien unissant perception de la musique et perception de la parole avec une étude sur la mutation anormale d'un gène qui a pour effet directement observable de dégrader les aptitudes en parole. Ils ont également relevé une affection corrélée des compétences en perception et en production du rythme musical. En 2009, l'étude de Peretz et Kolinsky sur cette même déficience a révélé un impact additionnel sur les compétences en production chantée, confirmant le partage de voies neurales pour les deux systèmes (cf. Section I.1.5.2).

Étant donné que les études montrent une meilleure réussite scolaire chez les individus ayant bénéficié d'un enseignement musical ou intégré de musique et suggèrent que la musique améliore les conditions d'apprentissage et renforce les processus d'acquisition, il nous semble pertinent d'identifier la place qu'occupe (ou plutôt « accordée à ») la chanson en classe de langue, et en l'occurrence du FLE puisque c'est notre discipline d'intérêt. Puisque les similarités entre musique et langue sont nombreuses, et que la chanson et la parole partagent des caractéristiques vocales, il reste à déterminer si la chanson est un outil adapté à la correction phonétique de la parole et si elle est utilisable en ce sens en classe de FLE.

I.2.3 L'exploitation difficile de la chanson en phonétique

Les études scientifiques révélant un impact favorable de la musique sur les processus d'acquisition, et plus précisément sur l'apprentissage langagier, et recensant des points de ressemblance entre les deux formes que sont musique et langue, expliquent l'intérêt que les didacticiens portent à la chanson pour l'enseignement-apprentissage des langues (pour une brève revue des raisons, cf. Schoepp, 2001). Des auteurs suggèrent l'existence d'un continuum entre musique et parole. Selon Arleo (2000), ce continuum partirait de la parole pour se modifier en parole intensifiée et magnifiée²⁵ (récitation poétique, narration de fables et de contes...), puis en chant (chants, formulettes, comptines...) jusqu'à devenir chanson, laquelle est décrite par l'auteur comme une forme hybride entre parole et musique. Dehaene et Petit (2009) désignent quant à eux l'opéra comme expression de la voix humaine portée à son apogée. Fónagy *et al.* (1980) avaient auparavant émis l'hypothèse que le degré de mélodicité était à l'origine de la distinction entre les genres. Ils proposent comme pôles extrêmes la conversation et le chant, et entre les deux : l'exposé, le discours politique, la déclamation, le sermon et le récitatif.

²⁵ *ndlr* : heightened speech selon l'auteur

En 2003, Dodane décrit la rythmicité comme élément fondamental de la perception musicale, définissant alors une échelle de la perception de la musicalité relative à la stabilité rythmique.

Dans cette section, nous exposons des travaux se concentrant sur la place de la chanson en didactique et présentant ses intérêts pédagogiques, sa place en classe de français langue étrangère, et ses atouts et limites pour la correction phonétique.

I.2.3.1 La chanson pour l'apprentissage linguistique

Dans un contexte d'acquisition de langue maternelle ou d'apprentissage d'une langue étrangère, parmi les supports musicaux, la chanson à paroles (que nous nommerons « chanson » par la suite) apparaît d'évidence la mieux adaptée, en ce sens qu'elle résulte de l'association insécable d'une musique et d'un texte. Pour Chen et Chen (2009), le fait que parole et musique reposent parfois sur des codes différents, notamment en termes de variations tonales et rythmiques, ne pose pas de problème dans un contexte d'enseignement-apprentissage linguistique où la chanson est principalement utilisée pour ses pouvoirs apaisants, motivationnels et mnémotechniques particulièrement attrayants pour la classe de langue (cf. Sections I.1.5.2 et I.2.2.2).

En effet, quoiqu'ils aient montré dans leur étude que la vitesse d'apprentissage n'est pas modifiée selon qu'un texte non-sensique est enseigné en version parlée ou chantée, Rainey et Larsen (2002) ont relevé que le support chanté assure une mémorisation du texte à plus long terme. Ce dernier résultat avait été trouvé également avec la musique et des chants à sens (Murphey, 1990 ; Colwell, 1994 ; Wallace, 1994 ; Salcedo, 1996 ; Cheung, 2001 ; Chen et Chen, 2009 ; Salcedo, 2010). Également, Ritt-Cheippe (2010) explique les meilleurs scores en lecture de l'allemand obtenus par les enfants exposés à de la musique par la possible capacité de cette dernière à donner du sens à l'usage de la langue. C'est aussi une des hypothèses émises par des chercheurs ayant observé l'utilisation privilégiée par les adultes de chansonnettes et comptines plutôt que de textes écrits, parlés ou scandés, pour mieux assurer des impératifs propagateurs de textes narrants des événements historiques ou faisant office de satires sociales et politiques (Baucumont, Guibat, Tante Lucie, Pinon et Soupault, 1979). Deux publications en faveur de l'effet de la chanson sur la mémoire ont montré que la majorité des personnes se souvient pendant plus de 20 ans de sa chanson préférée apprise durant la période universitaire, le support fondamental de la mémorisation étant la rime (Newham, 1995-1996). La mémorisation pourrait également être assurée par l'invariance intra et inter individuelle de la fréquence fondamentale initiant sa réalisation, mais aussi du tempo de réalisation (Moelants, Styns et Leman, 2006). C'est d'ailleurs ce qui en ferait un outil aisément reproductible et transmissible au sein d'une communauté. Une étude précédente de Guglielmino (1986) suggère que la chanson agit de plus sur différentes mémoires – auditive, visuelle, proprioceptive, kinesthésique et interactive – servant à la fois les compétences orales et écrites du langage, en perception et en production.

Il résulterait aussi du support chanté, une meilleure aptitude à la concentration chez les apprenants (Ringgenberg, 2003 ; hypothèse auparavant émise par Mauger, 1953), et un évitement de l'ennui que peut engendrer la répétition en condition parlée (suggestion de nombreux didacticiens, parmi lesquels Guglielmino, 1986 ; Calbris, 1978 ; Zedda, 2006 ; Cornaz, 2006 ; Ritt-Cheippe, 2010 ; 2012). Ces outils rendent compréhensible l'hypothèse selon laquelle la chanson faciliterait le développement de l'enfant à différents stades

de vie et dans des domaines cognitifs (cf. l'étude de Kelley, 1981 sur l'efficacité de la méthode Orff²⁶ sur les compétences en lecture), psychomoteurs et linguistiques (Grosléziat, 1999b ; 2002 ; Ringgenberg, 2003). Il a par exemple été mis en évidence que la chanson accompagne favorablement le développement des compétences d'appropriation, en compréhension et en production de domaines linguistiques – civilisation, grammaire, lexique (Mohanty et Hejmadi, 1992 ; Mori, 2010 ; 2011), parfois phonétique – tant de la langue maternelle (Mohanty et Hejmadi, 1992 ; Arleo, Despringre, Fribourg et Panayi, 1997 ; Grosléziat, 1999b ; 2002 ; Ringgenberg, 2003 ; Dodane, 2006 ; Bader, 2007) que de la langue étrangère (Poliquin, 1988 ; Arleo, 2000 ; Lowe, 2002 ; Dodane, 2003).

Autant d'avantages qui expliquent que la chanson puisse être un support pédagogique précieux pour accroître la qualité de l'apprentissage linguistique, mais aussi de sa vitesse selon Ringgenberg (2003), et globalement pour entrer dans son paysage sonore (Feat-Feunteun, 2008). C'est d'ailleurs sur cet argument que se fonde la suggestopédie²⁷ (Lozanov, 1978), méthode d'enseignement-apprentissage d'une langue étrangère impliquant des changements de débit et de fréquence fondamentale lors de lectures à voix haute, parfois sur fond musical (Scovel, 1979 ; Harmer, 2001), mais pour laquelle, à notre connaissance, aucune étude scientifique n'a vérifié l'efficacité, ni expliqué le fonctionnement. Krashen (1982) émet l'hypothèse que l'intérêt de cette méthode est d'impacter le niveau d'anxiété chez l'apprenant en réduisant le seuil de son crible affectif, l'objectif étant de rendre l'individu davantage disponible à l'intégration de nouvelles connaissances.

Plus largement, les recherches actuelles ne permettent pas d'identifier clairement les facteurs qui font de la musique un support intéressant pour l'apprentissage des langues. Au regard des études citées, les pouvoirs apaisants, mnémotechniques et motivants de la chanson pourraient être ceux expliquant le mieux l'effet favorable de son exploitation pour la progression de certaines aptitudes en langue. En effet, les progrès en apprentissage du lexique grâce à l'exploitation de la chanson suggérés par certains didacticiens (Calvet, 1990 ; Willis et Mason, 1994 ; Adkins, 1997) et chercheurs (Mohanty et Hejmadi, 1992 ; Wolfe et Hom, 1993 ; Colwell, 1994 ; Wallace, 1994 ; Standley et Hughes, 1997 ; Salcedo, 2002 ; Li et Brand, 2009) ne trouvent pas d'autres explications, le traitement sémantique ne procédant pas, selon Besson et Friederici (1998), des mêmes variations du potentiel cortical que le traitement d'indices musicaux.

I.2.3.2 La place de la chanson en Français Langue Étrangère

Alors que l'enseignement général a été fortement marqué par les découvertes concernant le rôle de la musique sur les apprentissages, le domaine des langues et du Français Langue Étrangère ne profite encore que de faibles répercussions (Stansell, 2005). Ceci étant, les connaissances historiques sur l'exploitation de la chanson

²⁶ La méthode Orff (aussi appelée Orff-Schulwerk) est une pédagogie musicale active dans laquelle le chanteur est au centre du processus. La méthode mélange instruments à lames et à percussions principalement, voix, danse et percussions corporelles (Comeau, 1989 ; Campbell, 1998 ; Backeroot, 2000 ; Göktürk Cary, 2012).

²⁷ Wachs (2001) précise que la suggestopédie, elle-même basée sur la suggestologie, considère que le bien-être, une respiration saine, une bonne qualité d'écoute, l'association des sens à la parole sont nécessaires pour un apprentissage réussi de la prononciation. La chanson est alors utilisée comme support mnémotechnique.

en classe de français langue étrangère sont limitées et la période d'introduction de la chanson elle-même est méconnue (Aubin, 2004 ; 2005). La principale raison est le manque de documents sur la question, raison probablement associée à son entrée récente en didactique et surtout, décriée (Calvet, 1980). À notre connaissance, ce sont en premier lieu les enjeux culturels qui limitent l'exploitation de la chanson. Cette dernière a longtemps été privilégiée pour des sphères spécifiques de la vie quotidienne, et est encore réservée à des scènes religieuses dans certaines cultures. L'acceptation du jeu et du plaisir pour l'enseignement est très récente dans le milieu occidental de l'enseignement (Calvet, 1980), surtout lorsqu'il est destiné à un public adulte. De plus, un stéréotype courant est que les connaissances musicales sont un pré-requis nécessaire à la pratique musicale et vocale des enseignants, mais aussi des apprenants, tous craignant par ailleurs d'être mal jugés (cf. à ce sujet l'enquête de terrain de Boite, 2009).

Quelques chercheurs proposent des hypothèses alternatives à l'idée répandue que la chanson serait apparue au milieu du XX^{ème} siècle dans l'enseignement du français langue étrangère. Aubin (2004 ; 2005) postule par exemple que les premières méthodes d'enseignement des langues utilisaient déjà la musique par le biais de comparaisons et de transferts systématiques entre musique et langue. Elle émet l'hypothèse que la continuité de cette méthode transversale aurait été freinée, et même empêchée, avec le souhait issu des hautes sphères de la société de séparer les champs didactiques relatifs à l'apprentissage des langues et des arts (*ibid.*). Toutefois, le manque de références sur l'histoire de l'introduction de la chanson en français langue étrangère oblige à nous focaliser sur les soixante dernières années et à tirer parti des manuels pédagogiques et publications scientifiques abordant le sujet.

D'après nos recherches bibliographiques, le premier manuel à intégrer des chansons authentiques ou créées à but didactique est *Le Mauger bleu* (Mauger, 1953), lequel exploite plus précisément des chansonnettes du folklore publiées sous forme de textes accompagnés de leur partition. L'auteur envisage leur utilisation pour faciliter le réemploi des formes grammaticales et favoriser ainsi la mémorisation. Mauger propose aussi quelques exercices de prononciation à partir de phrases tirées du texte des chansonnettes. Les années 1970, quant à elles, utilisent la chanson plutôt dans un objectif d'intégration lexicale. C'est la période du *Français Fondamental* (Gougenheim, Michea, Rivenc et Sauvageot, 1956 ; 1964) et les chansons sont classées à partir du contenu de leur texte comme appropriées ou non à la classe de langue. L'approche communicative des années 90 donne un nouvel élan à la chanson, enfin reconnue comme un ensemble indissociable : musique, paroles et interprétation (cf. par exemple Boudou et Isern, 1984 ; Gourvennec, 2008 ; Boite, 2009 ; Gourvennec, 2011), la notion d'« interprétation » étant définie comme la faculté de l'artiste à faire vivre d'une façon donnée l'ensemble parole-musique. À cette époque, les consignes sont d'observer le texte bien sûr, mais aussi le discours généré autour de la chanson sélectionnée : interviews, critiques d'albums et de concerts... En effet, l'étude de la civilisation devient indissociable de celle de la langue²⁸. Enfin, la publication du *Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues* (Conseil de l'Europe et Comité de l'éducation, 2001) offre de nouvelles perspectives à l'art. Dans deux *Bulletins Officiels* (1999 ; 2008) et un document d'application (2002), quelques préconisations

²⁸ Pour davantage d'informations sur l'approche communicative, consulter Germain (1991).

du Ministère français de la jeunesse, de l'Éducation Nationale et de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche encouragent les enseignants à utiliser la langue en musique, et notamment les comptines²⁹. Dans ce contexte politique où le Ministère des Affaires Étrangères et Européennes (avec le concours de la chaîne de télévision MCM International³⁰ et du CAVILAM - Alliance française³¹) remet l'intervention de l'art dans la didactique du français au goût du jour, il contourne le problème des droits d'auteur en facilitant l'accès aux œuvres authentiques à travers la distribution de supports audiovisuels aux Alliances Françaises (*Des Clips pour apprendre, Génération Animée, Génération Française* par exemple³²). Néanmoins, les fiches pédagogiques qui les accompagnent sont sommaires, obligeant les enseignants à recourir à d'autres ressources pour concevoir des exercices additionnels à ce corpus de base et, une fois encore, la chanson est présentée attrayante uniquement pour un travail civilisationnel, grammatical et lexical, et le texte écrit prime sur le texte oral. Cet état de fait transparaît dans la plupart des manuels qui exploitent la chanson, par exemple *Caramel 1* (Döring et Vermeersh, 2001), *Caramel 2* (Döring et Vermeersch, 2002), *Chante et découvre le français* (ABC Melody, 2009), *Fluo* (Meyer-Dreux *et al.*, 2003), *J'apprends le français en chantant* (Deblende et Heuze, 1992), *Tatou le matou 1* (Piquet et Denisot, 2002), *Trampoline* (Garabédian, Lerasle et Meyer-Dreux, 1991). En somme, les rares exploitations de la chanson montrent un potentiel didactique qui mériterait d'être complété, notamment dans un but d'intégration phonétique.

I.2.3.3 La chanson en correction phonétique : une ressource inusitée en français langue étrangère

Concernant son exploitation pour l'acquisition, et encore plus de l'apprentissage, de la phonétique d'une langue en cours d'apprentissage, la chanson essuie souvent les regards médusés de didacticiens (Calvet, 1980 ; Boite, 2009 ; Gourvennec, 2011). Une partie des réfractaires évoque d'abord les difficultés sonores, telles que les variations de prononciation entre les chanteurs ou le surplus d'informations sensorielles, qui gêneraient dans un premier temps la compréhension orale des apprenants. Le deuxième argument qu'ils avancent est, qu'en raison de l'authenticité du support, les structures du texte et de la mélodie ne sont pas forcément adaptées aux compétences des apprenants, ni même appropriées aux objectifs didactiques (cf. les études de terrain de Boite, 2009 ; Cornaz *et al.*, sous presse). La dernière raison évoquée est que les contraintes physiques, acoustiques et articulatoires divergent selon que l'émission est parlée ou chantée, et qu'il existerait dans certaines conditions une possible répercussion acoustique sur les traits segmentaux et suprasegmentaux des différences d'émission

²⁹ Pour plus de compréhension sur l'histoire des méthodologies en didactique, se reporter à Puren (1988) ou Germain (1993).

³⁰ MCM, dont l'acronyme signifie depuis 1992 « Ma Chaîne Musicale » programme essentiellement de la musique (concerts et clips essentiellement), mais diffuse aussi des cérémonies en lien avec les classements de vente de disques, ou encore des émissions thématiques, des films et des séries.

³¹ Le Centre d'Approches Vivantes des Langues et des Médias - Alliance Française est une association à but non lucratif fondée en 1964 par le Maire de Vichy et à l'initiative des Universités de Clermont-Ferrand et de la ville de Vichy. Il s'agit d'un des plus grands centres de référence de l'enseignement du français langue étrangère, notamment grâce à ses innovations pédagogiques. Pour de plus amples informations, se référer à <<http://www.cavilam.com/apprendre-le-francais-en-france/>>.

³² Pour un accès en ligne aux clips, aux fiches pédagogiques et aux paroles des chansons, cf. <http://dornsife.usc.edu/francophone-center/des-clips-pour-apprendre/> <<http://www.leplaisirdapprendre.com/>>.

entre voix parlée et voix chantée (Sundberg, 1974 ; Dodane, 2003 ; Joliveau *et al.*, 2004 ; Garnier, Henrich, Smith et Wolfe, 2010 ; Ritt-Cheippe, 2010 ; Henrich *et al.*, 2011).

L'absence d'un schéma phonétique superposable entre chanson et parole existe en effet.

Il est vrai qu'au niveau suprasegmental, la mélodie autorise souvent plus de variations fréquentielles que l'intonation (Dodane, 2003 ; Ritt-Cheippe, 2010 ; pour un contre-exemple, cf. Peretz et Hyde, 2003), même lorsque le matériel est didactisé. La plage de variation de fréquence fondamentale est généralement plus restreinte dans la parole que dans le chant. En parole, selon les données citées par De Corbiere, Fresnel et Freche (2001), les valeurs moyennes s'échelonnent entre 75 et 140 Hz chez l'homme (avec une moyenne autour de 100 Hz), 170 et 250 Hz chez la femme (avec une moyenne autour de 200 Hz), environ 250 et 450 Hz chez l'enfant (Nicollas *et al.* 2008 ; avec une moyenne autour de 300 Hz chez l'enfant et de 440 Hz chez le bébé). Chez des chanteurs confirmés³³, les publications de Le Huche et Allali (1991, 2001) et de Sundberg (1996) cités par Henrich (2001) rapportent des gammes fréquentielles s'étendant de 82 à 520 Hz pour des voix graves de basses et de ténors, et de 260 à 1320 Hz pour des voix aiguës d'*alti* et de *soprani* (selon Lamesch, 2010 : exceptionnellement au sol⁵ – 1568 Hz –, comme dans l'air *Io non chiedo* dans l'œuvre de Mozart *Popoli di Tessaglio*). Les rythmes et la cadence diffèrent également et les pauses prévues pour les inspirations en voix chantée ne sont pas toujours possibles à l'endroit attendu en parole. Au niveau segmental, les faits sont semblables. Les variations de fréquence fondamentale, parfois importantes, récurrentes dans les chansons car dépendantes de la tonalité et de la tessiture, imposent parfois des ajustements résonantiels, ce qui impacte la production et la perception des voyelles. Cela se vérifie particulièrement en chant lyrique pour les voix aiguës (Sundberg, 1974 ; Joliveau *et al.*, 2004 ; Garnier *et al.*, 2010 ; Henrich *et al.*, 2011). Dès lors que la fréquence fondamentale du son produit se rapproche de la fréquence de la première résonance acoustique du conduit vocal (couramment appelée *premier formant*), le chanteur doit adapter la forme des cavités de résonance dans un compromis entre qualité esthétique du son – de plus émis sur une fréquence fondamentale souvent codifiée par une partition – et tentative d'assurer la qualité de perception de la voyelle par l'auditeur. Dans l'aigu, la fréquence fondamentale est parfois élevée au point que l'auditeur ne puisse plus percevoir le timbre vocalique, quel que soit le réajustement articulatoire mis en œuvre par le chanteur (Scotto di Carlo, 1972 ; 1978 ; 1983 ; Scotto di Carlo et Germain, 1985 ; Joliveau *et al.*, 2004). Dans ce cas, les phonèmes ne sont compris par l'auditeur que s'il a une connaissance préalable du texte (Scotto di Carlo, 1991). Cet ajustement résonantiel dans le chant ne se retrouve pas dans la voix adulte parlée à un débit normal, où les formants vocaliques, bien que soumis aux contraintes de durée et de coarticulation, ne sont pas ajustés à la mélodie intonative. Parole et chant se distinguent également par le fait qu'un chanteur développe une capacité à dissocier fréquence fondamentale et intensité vocale (Henrich, 2001), tandis que ces deux paramètres sont fortement corrélés dans la parole (Gramming *et al.*, 1988 ; Titze, 1992 ; Liénard et Di Benedetto, 1999). Enfin, le chanteur développe un contrôle expiratoire plus expert (Sundberg, 1974 ; Leanderson, Sundberg et Von Euler, 1987 ; Sundberg, 1992 ; Pettersen, 2005). Ces différences entre voix parlée et voix chantée, notamment sur les plans acoustiques et articulatoires, sont

³³ Roubeau, Castellengo, Bodin et Ragot (2004) ont montré que les potentialités acoustiques du vibrateur laryngé divergent selon les compétences chantées des individus.

maximales quand on compare la voix parlée à du chant lyrique, et sont amoindries quand la comparaison s'intéresse à du chant folklorique, comme les comptines par exemple.

Néanmoins, voix parlée et voix chantée procèdent des mêmes principes fondamentaux de fonctionnement. Sur le plan phonatoire, la voix est un instrument qui engendre une multitude de mécanismes tels qu'auditifs, cognitifs, proprioceptifs et physiques (Scotto di Carlo, 1994 ; 1995 ; 1996 ; 2005 ; Dodane, 2003 ; Patel, 2003 ; Peretz, Gagnon, Hébert et Macoir, 2004 ; Morange *et al.*, 2005 ; Grabski, 2012 ; Lévêque, 2012 ; pour une revue, se reporter à Justus et Bharucha, 2002). Une coordination de l'activité des muscles situés à différents niveaux de l'organisme est nécessaire aux deux types d'émission vocale (Lacau St Guily et Roubeau, 1994 ; Marchal, 2011). C'est l'ensemble de la mécanique pulmonaire et laryngée qui permet la phonation, fonction motrice à la base de la parole et du chant. Sur le plan acoustique, trois principaux paramètres caractérisent le signal vocal parlé ou chanté : la fréquence fondamentale du son, qui correspond à la fréquence d'oscillation des plis vocaux, l'intensité liée à la quantité d'énergie aérodynamique et à la vitesse du contact glottique, le timbre lié aux caractéristiques de la vibration glottique et à la forme du conduit vocal (lequel comprend les ajustements résonantiels) (Lacau St Guily et Roubeau, 1994 ; Henrich, 2001). À ceux-ci doit être associée la notion de durée puisque, comme évoqué par Ribière-Raverlat (1997) et Arleo (2000), parole et musique suivent inévitablement une ligne temporelle (cf. Section I.2.2.3) où chaque phonème (et chaque hauteur) possède une valeur temporelle (*ibid.* ; Fonseca-Mora, 2000 ; Dodane, 2003). C'est pourquoi, chercher à distinguer de façon unanime chant et parole est une tentative périlleuse, dont le résultat ferait probablement débat, et qui doit, de toutes les façons, dépendre du contexte d'usage de chacun des vocables (cf. Section I.2.2.3).

Des publications de chercheurs et comptes-rendus d'expérience de praticiens laissent de plus penser que la chanson pourrait permettre un travail phonétique intéressant, que ce soit pour le développement de la perception auditive (Guimbretière, 1994 ; Dupessey et Fournier, 1999 ; Zedda, 2006 ; Keskin, 2011) ou de la production orale (Sundberg, 1987 ; Ritt-Cheippe, 2010 ; 2012). D'ailleurs, c'est bien ce qui fait d'elle un support privilégié en orthophonie, pour rééduquer des comportements de parole et de langage pathologiques tels le bégaiement (Wingate, 1976 ; Lalain *et al.*, 2000), l'aphasie (Van Eeckhout, 2010 ; Van Eeckhout et Gatignol, 2010) ou la dyslexie (MacMillan, 2004 ; Stervinou, 2011) ou, plus simplement, pour développer la sensibilité phonétique en langue maternelle (Wingate, 1976).

En termes de compétences auditives plus particulièrement, elle semble favoriser l'entrée par l'apprenant dans le paysage sonore de la langue de référence et l'intégration d'éléments de cette langue, comme les règles phonotactiques (Arleo *et al.*, 1997). Concernant le développement des compétences en langue maternelle, une étude préliminaire conduite sur des enfants de 5 et 6 ans a montré qu'un enseignement phonético-phonologique (détection et manipulation de rimes, ajout, substitution et soustraction de phonèmes, allitérations et manipulations non-sensiques) n'est pas ralenti s'il est intégré à un enseignement musical (chansons, frappes, instruments) par rapport à un enseignement sans instructions phonétiques (Cole, 2012). Au contraire, les enfants exposés aux consignes phonétiques disséminées dans l'enseignement musical progressent significativement plus en

métaphonologie³⁴ que les enfants ayant été formés seulement à la musique. Bien que les différences de scores aux tests ne soient pas significatives, les enfants ne recevant aucun enseignement musical et phonétique obtiennent des scores plus faibles (*ibid.*). Ce dernier résultat, qui confirme un effet favorable de la chanson et de la pratique instrumentale pour la prise de conscience phonologique en langue maternelle, ouvre une piste intéressante quant au rôle de la musique pour la correction phonétique d'une langue étrangère.

En effet, Degé et Schwazer (2011) observent également une meilleure conscience phonologique en langue étrangère chez des enfants entre 5 et 6 ans ayant reçu des cours de musique (apprentissage de chansons accompagné de jeux, danse et percussion) que chez leurs pairs non-musiciens. Ils émettent les mêmes hypothèses que leurs collègues (Lamb et Gregory, 1993 ; Anvari *et al.*, 2002 ; Bolduc et Montésinos-Gelet, 2005) sur les processus de traitement communs entre sons de la musique et sons du langage. Une étude menée sur des apprenants adultes en anglais langue seconde natifs du cambodgien, du lao, du hmong ou du vietnamien et locuteurs de l'anglais langue seconde a montré que ceux qui avaient chanté en anglais au cours de leur formation phonétique, à raison de 20 minutes deux fois par semaine pendant deux semaines, avaient significativement mieux progressé dans la compétence de discrimination de paires minimales, dont un des phonèmes initiaux ou finaux est absent de leur langue maternelle (Karimer, 1984). Une autre étude récente a montré la meilleure reconnaissance de syllabes d'une langue inconnue lorsqu'elles étaient intégrées à des séquences chantées (Schön *et al.*, 2008). En ce qui concerne la compétence de production, la chanson favorise un entraînement prosodique (Magne *et al.*, 2006) et il a été établi que la production orale de phonèmes non-natifs est meilleure lorsque les apprenants ont eu une pratique chantée en classe (Ritt-Cheippe, 2010 ; 2012). Précisons néanmoins que les résultats de la première étude de Ritt-Cheippe (2010), intéressante par ailleurs, sont à considérer avec précaution. En effet, le groupe témoin et les groupes tests n'ont pas eu le même texte de référence à lire ou à chanter. Le groupe témoin a étudié un extrait de programme scolaire, tandis que les trois groupes tests ont respectivement travaillé avec (a) un texte écrit, issu d'un chant populaire en Allemagne, ainsi que le chant lui-même, mais didactisé pour l'occasion, (b) le chant sans le support écrit, (c) le chant accompagné du texte et d'un support musical complémentaire, une musique de Schumann. Dans sa deuxième étude, dans laquelle elle observe les progrès en lecture de l'allemand chez les enfants natifs du français et élèves d'une classe bilingue en zone transfrontalière, Ritt-Cheippe (2012) trouve une meilleure aptitude à produire de façon différenciée les voyelles longues et les voyelles courtes chez ceux ayant eu accès au chant, comparativement à ceux ayant étudié le texte uniquement en voix parlée et à ceux l'ayant étudié avec un support karaoké mais sans chant. Elle relève aussi chez le groupe chant une amélioration de la qualité vocalique de /i:/ avec des valeurs moyennes plus basses en F₁ et plus élevées en F₂. Ses résultats l'amènent à confirmer l'hypothèse de Kilgour *et al.* (2000) et de Zedda (2006) selon laquelle le chant permettrait un effet de loupe articulatoire. L'amélioration de la conscience phonétique et phonologique aux niveaux rythmique et accentuel obtenue par la condition chantée serait, selon elle, à l'origine d'une meilleure articulation des voyelles non-natives. Ce résultat s'accorderait avec les résultats des études de Mehler *et al.* (1994), Nazzi *et al.* (1998), Nazzi *et al.* (1998), Rose (2000), Demuth (2001), Rose (2002), montrant que l'acquisition de la prosodie précède celle des phonèmes en langue maternelle, mais aussi avec l'étude de Lehiste (1970) proposant que la connaissance de la prosodie facilite l'apprentissage des phonèmes

³⁴ Capacité à se représenter la parole comme une séquence d'unités discrètes et à effectuer sur ces unités certaines opérations.

en langue étrangère (cf. Section I.2.1). Tous ces travaux interrogent la faible utilisation de la chanson pour la correction phonétique en français langue étrangère.

En dehors de démarches expérimentales en laboratoire de recherche, l'usage de la chanson à but d'intégration phonétique est peu fréquent sur le terrain didactique, et sa présence se vérifie plutôt dans des ouvrages récents et dans des méthodes à destination du jeune public. Le *Mauger Bleu* (Mauger, 1953) a été évoqué comme étant a priori le premier manuel à consacrer quelques exercices à la phonétique par la chanson. Cependant, après quelques exercices de discrimination perceptive, les consignes encouragent à la répétition du texte, sans recours réel à la partie mélodique. La plupart des manuels de français langue étrangère qui exploitent la chanson réplique ce fonctionnement et malgré parfois plus de quinze années qui séparent les parutions, les modalités d'étude de la phonétique à travers la chanson se ressemblent beaucoup d'un manuel à l'autre. Les ouvrages les plus récents travaillent finalement peu l'audition et abordent la production avec une approche globale, à travers des actes de parole. C'est par exemple le cas de *Campus* (Girardet et Pécheur, 2002), *Café crème 2* (Trévisi, Delaisne et Mc Bride, 1998), *Cartes sur table 1 et 2* (Richterich et Suter, 1983), *Le français en chantant* (Heuze et Delbende, 2003), *Panorama 2* (Girardet et Cridling, 2002), *Plaisir d'amour, méthode de français par la chanson* (Gajos, 2003) ou encore *Trampoline* (Garabédian *et al.*, 1991)³⁵. Ainsi, les manuels faisant place à la chanson s'intéressent davantage à la phonétique suprasegmentale (ceux cités à l'instant, auxquels s'ajoutent ceux cités précédemment) qu'à la phonétique segmentale (*30 phonèmes en 30 chansons* de Martin et Tresallet, 1999 ; *Chante et découvre le français d'ABC Melody*, 2009 ; *Les 500 exercices de phonétique A1-A2* et *Les 500 exercices de phonétique Niveau B1-B3* de Abry et Chalaron, 2009 ; 2011).

Un problème supplémentaire est relatif à la part réellement accordée à la phonétique dans les manuels, qui n'est pas celle qu'annoncent les auteurs dans les guides pédagogiques, ni même celle avancée par les titres d'ouvrages cependant prometteurs. L'ouvrage *30 phonèmes en 30 chansons* (Martin et Tresallet, 1999) en est une illustration. Alors qu'il vise à travailler tout autant les compétences grammaticales, lexicales, orthographiques que les compétences phonétiques, et notamment la relation graphèmes et phonèmes, il reste au final principalement axé sur les compétences grammaticales. D'autre part, si l'hypothèse que par ses ralentissements possibles, la musique sert de loupe articulatoire (Zedda, 2006) est validée, les *tempi* rapides et non modulables des chansons proposées sur le support discographique de l'ouvrage susmentionné ne sont pas favorables à un développement progressif de la perception et de la production de phonèmes non-natifs. De même, l'ouvrage *Phonétique et enseignement de l'oral* de Guimbretière (1994), qui prétend proposer un travail orienté sur l'exercice de l'audition, traite dans les faits davantage de la grammaire de l'oral. Outre les volontés des concepteurs de manuels qui n'apparaissent pas clairement dans leurs publications, leurs recommandations ne

³⁵ Tous nos propos sur les manuels de français langue étrangère pourraient s'appliquer aux sites spécialisés dans l'utilisation de la chanson pour l'enseignement-apprentissage du français langue étrangère, même pour la seule sphère phonétique. À titre illustratif, consulter les sites de C. V. Pérez (<<http://platea.pntic.mec.es/~cvera/hotpot/chansons/index.htm>> et <<http://chansonfle.blogg.org/>>), TV5 Monde (<<http://www.tv5.org/cms/chaine-francophone/Musique/p-14242-Toutes-les-chansons.htm>>), E. Degriigny (<<http://sauce.pntic.mec.es/~ede00000/chansonfle.html>>), Lyricsgaps (<<http://www.lepointdufle.net/chansons.htm>>), H. Weinachter (<http://www.lepointdufle.net/ressources_fle/exercices_chansons.htm>).

sont pas parfaitement suivies par les enseignants en exercice. C'est du moins ce qui ressort généralement des discussions entre professionnels, et c'est la conclusion d'une étude de terrain (Boite, 2009) montrant combien les volontés, aussi bonnes soient-elles, sont abandonnées faute de moyens et de savoir-faire de la part des équipes pédagogiques. Dernière chose remarquable et non des moindres, les manuels des apprenants ne permettent pas un travail phonétique correct en autonomie ; et dans les supports audio-visuels accompagnant les manuels, les chansons n'apparaissent pratiquement jamais, probablement en raison de la question des droits d'auteur.

Alors que les résultats de Degé et Schwazer (2011) suggèrent qu'un programme musical pourrait remplacer le traditionnel enseignement phonétique du fait que l'utilisation de la musique en classe semble développer la conscience phonologique, la didactique du Français Langue Étrangère n'exploite que très peu le support musical et la chanson en classe d'intégration phonétique. Néanmoins, des didacticiens, également chercheurs en phonétique, publient des articles sur la question (sur la problématique de la chanson en phonétique corrective du français langue étrangère, voir Gallet, 2002 ; Zedda, 2006 ; Cornaz, 2010 ; Ritt-Cheippe, 2010, 2012 ; Miras, 2013 ; Cornaz et Caussade, 2014 entre autres), voire des ouvrages (*Enseigner la prononciation : questions et outils* de Lauret, 2007). Également, des revues et des conférences commencent à émerger, mettant à l'honneur la question de l'exploitation des arts pour l'enseignement-apprentissage de la phonétique. Ces nouvelles sources de réflexion sont essentielles pour apporter un renouveau dans les méthodes et pour travailler la phonétique en accord avec les avancées scientifiques sur la question. Au final, c'est la question de l'*outil* plus que du *contenu* qui se pose en enseignement-apprentissage de la phonétique (Wachs, 2011). Constatant que les travaux de recherche ont montré l'intérêt de la musique et de la chanson sur les apprentissages, y compris linguistiques, langagiers et phonétiques, et constatant que la correction phonétique n'en fait cependant aucun usage, nous avons davantage considéré les critiques précédemment évoquées, émises par les détracteurs de l'exploitation de la chanson en classe de langue. Il en est ressorti que ce n'est pas tant la chanson qui paraît propice à la correction de la parole, mais plutôt la voix chantée.

I.2.3.4 La voix chantée pour améliorer la parole en français langue étrangère

De par ses caractéristiques intrinsèques, dont les modulations de fréquences et les variations de rythme principalement et plus encore que la chanson, le chant (et donc la voix chantée) présenterait un réel avantage pour améliorer la conscientisation, la proprioception (Scotto di Carlo, 1978 ; Sundberg, 1987 ; Scotto di Carlo, 1991) et de fait, la perception et la production orale en langue (Gutiérrez, 2005 ; Zedda, 2006 ; Cuestas Cifuentes, 2006). Rappelons que l'une des hypothèses fondatrices de la méthode verbo-tonale (Renard, 1979 ; 2002) est que les modifications de hauteur et de durée peuvent impacter positivement la perception de la prosodie non-native et celle des sons non-natifs. De leur côté, Barreiro, Estebas-Vilaplana et Soto (2005) estiment que le chant améliore les compétences en récitation ; Kilgour *et al.* (2000) font l'hypothèse que le ralentissement du discours en condition chantée facilite l'apprentissage des accents de mots ; Zedda (2006), quant à lui, prône son efficacité, à travers des variations du rythme, sur la qualité de la diction, laquelle serait le résultat de la combinaison d'une émission vocale physiologiquement acceptable et d'un message compréhensible dans l'immédiat (Wilfart, 1997 ; Zedda, 2006 ; Choque, 2008). Comme nous le rappelions dans un article antérieur (Cornaz *et al.*, 2010), le concept de « *bonne diction* » (Zedda 2006 : 7) ne recouvre pas celui du *bien parler* des approches puristes qui

fait écho à une prononciation décrite selon un critère d'esthétique par une communauté donnée. Il tient compte, au contraire, de compétences plurifactorielles essentielles (cf. à ce sujet Zaepffel, 2006) : (1) usage simultané et non forcé de la soufflerie, de la source et du filtre (selon la conception physique de Fant, 1960), et (2), par le biais d'un bon contrôle auditif, capacité à réajuster en continu les réalisations phonétiques pour maximiser le potentiel de communication, (3) tout en acceptant les variations articulatoires dues aux caractéristiques socio-individuelles du locuteur (Zedda, 2006). Ainsi, plus que la chanson, ce serait peut-être le chant lui-même qu'il s'agirait d'utiliser pour l'intégration phonétique. La voix chantée se rapporterait dans ce cas au mode d'émission tandis que la chanson en serait le produit et l'objet finalisé à visée artistique ou didactique. Plus précisément, la chanson intègrerait une mélodie, un texte et son interprétation, alors que la voix chantée serait le moyen d'accéder à la chanson via le chant.

Nous avons montré que la frontière entre langue et musique dépend des cultures et des contextes et que le chant et la chanson sont encore rarement exploités dans le domaine de la phonétique en Français Langue Étrangère, principalement en raison de sa mise en place jugée difficile sur le terrain (Boite, 2009). Pourtant, l'histoire occidentale de la pratique du chant et de l'enseignement des langues étrangères rapporte une influence forte de l'une sur l'autre, rappelant une fois de plus les liens fonctionnels, structurels, phylogénétiques et ontogénétiques qui les unissent, ce qui ne facilite pas la séparation des concepts. Il y aurait ainsi eu du XVII^{ème} au XIX^{ème} siècle une seule et même profession pour l'enseignement des deux disciplines – le chant et la langue étrangère –, et peut-être même dans le cadre que nous observons dans cette thèse, celui de l'enseignement de la phonétique d'une langue étrangère. C'est là une des hypothèses d'Aubin (1997 ; 2003 ; 2008b) qui évoque l'existence, à l'époque, d'un maître de musique de langue pour le français (Aubin, 2008b). Ce dernier aurait eu « *l'art de combiner des sons, de les organiser dans le temps, de les produire harmonieusement grâce au corps humain, selon des règles spécifiques* » (Aubin, 1997 : 72), puisque ce serait là une définition de la musique en tant qu'objet, mais aussi une définition de ce que les auteurs de l'époque appellent la *musique de la langue*, (notion qui recoupe largement la *phonétique*). La confusion entre musique et phonétique vient de l'harmonie que les prescripteurs relèvent entre musique et langue (Aubin, 2004 ; 2005). D'ailleurs, au XIX^{ème} siècle, le français langue étrangère est une partie intégrante des disciplines artistiques qui sont enseignées aux jeunes filles des familles bourgeoises en raison du fait que l'enseignement de la langue vivante consiste prioritairement à rendre les apprenantes à l'aise en conversation orale (Aubin, 2008b). Pour expliquer cet amalgame entre musique et phonétique, Aubin (2008b) évoque aussi une possible analogie entre sons d'instruments de musique – dont le chant – et sons émis par l'appareil phonatoire humain. De cette réflexion ont d'ailleurs découlé des travaux en philologie censés déboucher sur un dictionnaire de termes communs à la musique et à la phonétique de sorte d'améliorer l'enseignement-apprentissage de la phonétique en langue étrangère (Aubin, 2010 ; 2011).

Quoiqu'il en soit, quelques études montrent que la voix chantée est un outil d'amélioration de la récupération d'éléments de parole, et particulièrement sur le plan phonétique de la langue non-native. Les travaux de Saffran, Aslin et Newport (1996) et Saffran, Johnson, Aslin et Newport (1999) concluent sur la capacité des enfants et des adultes à repérer les mots dans un flux sonore chanté ou parlé continu grâce à l'analyse statistique des probabilités transitionnelles entre les syllabes de la langue écoutée. Dans la continuité de ces travaux, Schön *et al.* (2008) ont montré que la mémorisation des syllabes est améliorée lorsque le flux sonore continu est chanté

plutôt que parlé. Leur étude montre que l'association d'une note à une syllabe renforce la vitesse et la quantité de données mémorisées. C'est aussi ce qui en fait un outil précieux pour les orthophonistes et les professionnels de la scène. Dès lors, il semble pertinent d'étudier dans un cadre rigoureux, pour l'apprentissage phonétique, les atouts d'une méthode incluant une pratique chantée, associant perception de séquences chantées, production en voix chantée, gestuelle et proprioception et, en fin de séquence, une chanson.

Comme montré dans ce chapitre, la littérature sur les relations entre musique et langue est importante. Néanmoins, il est encore difficile de préciser leur nature. Clairement, une des raisons principales est la difficulté de mise en place de protocoles expérimentaux longitudinaux et écologiques où l'ensemble des variables serait parfaitement contrôlé. L'expérience musicale et le traitement perceptif qui lui est indissociable augmenteraient l'activité cérébrale et les fonctions exécutives, renforçant les compétences attentionnelles. Certaines études montrent qu'il en résulte un impact favorable sur les acquisitions et les apprentissages. Bolduc (2008) postule une amélioration des connaissances et des aptitudes quand il y a insertion de sessions musicales dans les pratiques pédagogiques, même à un âge préscolaire. Parce que la chanson associe parole et musique et que cette structure rend son ensemble aisément mémorisable sur le long-terme, elle apparaît comme un outil parfaitement adapté dans un contexte d'enseignement des langues. Néanmoins, dans un objectif d'intégration phonétique, la voix chantée pourrait compléter avantageusement la chanson en classe, de la même manière qu'elle est utilisée en rééducation orthophonique et en placement vocal. En effet, bien que son usage nécessite des adaptations physiologiques spécifiques, des études ont montré que son exercice est précieux à l'enseignant pour développer la conscience perceptive, la proprioception, et les contrôles articulatoires des sons de la langue étrangère. Ces travaux amènent à penser que son application en classe de phonétique de français langue étrangère serait un outil performateur. Ainsi, ce premier chapitre a été l'occasion de présenter le contexte de recherche de cette thèse de doctorat, dont l'objectif général est de tester l'impact, peut-être favorable, de la chanson et plus encore, de la voix chantée, sur l'intégration phonétique.

Dans ce chapitre, nous avons montré que, parmi les supports exploités en correction phonétique, la musique et la chanson sont des facilitateurs de l'apprentissage (Sections I.1.5.1 et I.2.3.3). Nous avons recensé une partie des travaux abordant la question, mais n'avons pas identifié d'étude longitudinale spécifique sur le rôle du chant pour l'apprentissage phonétique et phonologique du français chez des apprenants adultes de langue étrangère, ni d'étude de laboratoire cherchant à identifier les caractéristiques intrinsèques au chant responsables de ses apports bénéfiques pour l'apprentissage phonétique. C'est pourquoi notre étude doctorale se situe dans ce contexte de recherche. Son intérêt est de vérifier l'efficacité de la voix chantée pour l'apprentissage segmental d'une langue étrangère chez un public adulte. Les observations ont été menées à la fois en perception et en production de sorte que le rôle de la voix chantée sur chacune de ces compétences soit mieux cerné. Dans ce but, deux études ont été conduites en Italie de manière à neutraliser au maximum le facteur de temps d'exposition au français langue cible. À travers la première étude, qui consiste en des tests perceptifs, nous souhaitons mieux définir l'effet fréquence fondamentale et de la durée vocalique sur la discrimination de voyelles du français absentes du système phonologique des apprenants natifs de l'italien. Nous avons en effet considéré qu'il s'agissait

de paramètres acoustiques permettant de différencier la voix parlée de la voix chantée : l'allongement et/ou la répétition de la durée vocalique d'une part, et la fréquence élevée et/ou la variation de fréquence fondamentale sont caractéristiques de la voix chantée (Scotto di Carlo, 1975 ; Jusczyk et Krumhansl, 1993 ; Peretz *et al.*, 1994 ; Liégeois-Chauvel *et al.*, 1998). Cette étude de perception a aussi pour objectif de vérifier l'hypothèse que l'acuité du contexte consonantique a un impact sur la perception de voyelles non-natives. À travers la deuxième étude, qui consiste en des tâches de lecture en français, nous envisageons de comparer la progression en compétences de production de voyelles non-natives chez deux groupes d'adultes italophones soumis à une formation phonétique de durée limitée mais en cursus intensif. Un groupe reçoit un enseignement phonétique dont le contenu et les outils sont habituellement utilisés en classe de FLE, un autre groupe suit une formation dont le contenu est identique mais qui inclut comme outil innovant la pratique chantée. La confrontation des résultats de ces études devraient également révéler quelques liens entre compétences en discrimination perceptive et en production des voyelles non-natives chez les individus italophones.

Afin de constituer les protocoles et de mener les analyses, il a été nécessaire de prédire les difficultés majeures de natifs de l'italien en perception et en production du français langue étrangère chez les natifs de l'italien. C'est pourquoi le chapitre suivant est consacré à la comparaison, dans un premier temps, et à partir de données issues de la littérature, des inventaires vocaliques et des systèmes acoustiques des langues observées dans notre étude : l'italien langue maternelle et le français langue cible³⁶. Dans un second temps, nous présentons les espaces vocaliques des sujets italiens recrutés dans le cadre de notre étude de production du français langue étrangère. L'intérêt de ce chapitre est également de relever les ressemblances et divergences majeures de comportements au sein de notre groupe de participants et de les comparer aux données de la littérature.

³⁶ autrement dit, la langue étrangère visée ; dans ce contexte, on l'oppose aussi à la langue source.

Chapitre II

De l'italien vers le français : étude comparative des vocalismes, appuyée d'une étude acoustique des productions d'italophones natifs. Prédiction des confusions et hypothèses.

Chaque langue voit le monde d'une manière différente.

Federico Fellini

Le contexte de recherche précédemment présenté (Chapitre I) nous a conduite à une question centrale : quel peut être l'apport de la voix chantée dans le cadre de l'enseignement-apprentissage de la phonétique en français langue étrangère ? Plus précisément, le chant aurait-il pour effet de favoriser la récupération d'indices acoustiques lors des processus de traitement de sons de parole non-native, permettant par là même une amélioration des compétences en perception et en production chez des personnes exposées à la langue étrangère ? Afin d'observer partiellement l'impact de la voix chantée sur la perception et la production du français langue étrangère, deux études ont été menées sur un public adulte italophone. Nous avons choisi d'observer d'une part les compétences en perception du français chez ces non-natifs selon que les stimuli sonores à traiter étaient parlés ou chantés et de relever puis comparer d'autre part les progrès en production chez deux groupes d'apprenants de français langue étrangère selon que l'enseignement phonétique dispensé intégrait ou non la voix chantée. Compte tenu de l'impact de la langue source sur les traitements d'une langue non-native (cf. Section I.1.1) et des mécanismes de formation de l'interlangue (Selinker, 1972 ; cf. Section I.1.3.2), il a été nécessaire, en amont de la création du matériel pédagogique de phonétique corrective et des protocoles expérimentaux, de mener une étude des systèmes sonores phonologiques natifs des italophones. Dans un pays comme l'Italie où la situation linguistique présente une variété importante des systèmes phonologiques et des rapports entre les sons, une telle étude est incontournable. Le système vocalique à 7 voyelles, communément admis pour l'italien standard (aussi appelé *officiel* et/ou *national*), n'est pas forcément retrouvé identique dans les variantes régionales de l'italien qui sont fortement influencées par les dialectes. L'observation des réalisations acoustiques en langue maternelle chez une partie des sujets recrutés dans le cadre de notre recherche a permis (1) d'observer la variété du nombre de voyelles et des inventaires vocaliques chez les locuteurs participant à notre étude, (2) de comparer les valeurs moyennes de leurs productions vocaliques à celles de référence relevées dans la littérature, (3) de faciliter les prédictions d'interférences et de transferts (cf. Section I.1.3 ; Lado, 1957) lors de l'apprentissage de la production des voyelles du français langue étrangère, mais aussi de faciliter l'individualisation des sujets présentant une structure phonético-phonologique native spécifique et répondant dès lors à une marge de progression différente des autres sujets dans l'acquisition de la langue cible.

Nos analyses se sont concentrées sur les voyelles, qui facilitent plus que les consonnes la récupération d'indices de réponse(s) à notre problématique globale (voix parlée opposée à voix chantée). En effet, les traits vocaliques sont perceptivement plus saillants que les traits consonantiques (Ladefoged et Maddieson, 1990 ; Ladefoged, 2001), et les caractéristiques de la voix chantée, telles que la variation de la fréquence fondamentale, l'allongement des durées et les modifications importantes de hauteurs, impactent plutôt les voyelles que les consonnes (Kallopoulos, 2000 (cité par Scotto di Carlo, 2007) ; Scotto di Carlo, 1979 ; 2005 ; 2007). De plus, la littérature rapporte que la majorité des difficultés de prononciation de la part des italophones apprenant le français se situe au niveau vocalique (Costamagna, 2000 ; Canepari, 2005 ; Zedda, 2006 ; Nobile, 2008), l'unique consonne pouvant poser un problème de prononciation mais pas de communication entre francophones et italophones étant la consonne uvulaire constrictive /ʁ/ répertoriée en français standard (Léon, 2007).

Ce chapitre présente dans un premier temps des données issues de la littérature illustrant la variation du vocalisme de l'italien et du français et, dans un deuxième temps, le vocalisme des sujets italophones recrutés pour notre étude de production du français.

II.1 Analyse contrastive du vocalisme de l'italien et du français

La description des unités distinctives mais aussi des traits articulatoires et de données acoustiques sert la connaissance des différences et des similitudes majeures entre les systèmes vocaliques natifs et cibles. Elle est aussi utile pour estimer la variété phonético-phonologique des langues comparées. Cette confrontation permet également de prédire partiellement les difficultés des italophones en production des voyelles du français langue étrangère (cf. Section I.1.3 ; Lado, 1957).

II.1.1 Inventaire des phonèmes du français et de l'italien

En raison d'une situation historiquement récente de division territoriale et linguistique (période du *Risorgimento*, entre 1850 et 1870), l'italien en tant que langue standard correspond à la variété haute issue du dialecte florentin, langue littéraire à l'époque de la Renaissance. Cet italien standard existe prioritairement à l'écrit – au moins institutionnel – (Malmberg, 1971) et dans des situations bien plus spécifiques à l'oral (Telmon, 1993 ; Costamagna et Tojo, 2000-2013). Il est utilisé parfois par des non-natifs apprenant l'italien en milieu exolingue et plus fréquemment par des officiels, des politiques, des journalistes, des acteurs et des doubleurs (*ibidem*). C'est d'ailleurs ce qui explique entre autres que l'italien standard soit aussi appelé « italien rai », la *RAI* étant la chaîne télévisuelle de l'État italien. Du point de vue linguistique, l'Italie serait le pays européen présentant le plus de variations (Nobile, 2008) (Figure II.1), ce qui fait que l'italien standard présente un usage limité en dehors des contextes de production à peine cités, et ce qui explique que Berruto (1987) considère l'italien standard comme un concept abstrait. La théorie d'une communication nationale assurée à l'écrit et plus encore, à l'oral, par une seule forme d'italien ne tient pas compte de l'existence des variantes régionales et de dialectes qui les influencent encore fortement (Telmon, 1993). En outre, même si ces derniers présentent fréquemment des points communs avec la langue standard, certains sont reconnus comme des idiomes complètement autonomes (Telmon, 1993).³⁷ La prononciation standard de l'italien n'est généralement pas requise lors de la transmission de contenus culturels en classe de langue, ni même utilisée par la plupart des enseignants natifs qui se servent de leur prononciation régionale.

À propos des systèmes vocaliques – puisque nous nous intéressons précisément aux voyelles dans cette étude mais aussi parce que l'italien n'a pas subi de disparition de phonème consonantique (mais des variantes de réalisation) suite à l'influence dialectale (Telmon, 1993) –, les études et ouvrages rapportent une variation importante de la quantité de phonèmes selon les variantes de l'italien (Malmberg, 1971 ; Ferrero, 1979 ;

³⁷ Pour plus d'informations sociolinguistiques, se reporter à l'Annexe I.

Gebhardt, 1990 ; Giannini et Pettorino, 1992 ; Leoni et Maturi, 1995 ; Romito, 2000 ; Rogers et Arcangeli, 2004 ; Canepari, 2005 ; Serio, Soriani et Romano, 2005).



Figure II.1 Carte des langues et dialectes parlés en Italie (Flanker, W., 2013). [ndlr : originellement en couleurs, proposée ici en nuancier de gris]

Le système vocalique de l'italien standard correspond au système utilisé au XVIII^{ème} siècle dans la variété toscane de l'italien (notamment le dialecte florentin ; Telmon, 1993) qui était heptavocalique (/i e ε a o ɔ u/) en syllabe accentuée (Malmberg, 1971 ; Rogers et Arcangeli, 2004). Les syllabes en italien sont en effet porteuses d'un accent libre (D'Imperio et Rosenthal, 1999), défini comme « accent lexical » (Vaissière, 2006). Deux unités de sens aux combinaisons phonologiques identiques peuvent ainsi s'opposer uniquement par la position de l'accent. En situation atone, le système neutralise la différence d'aperture et compte cinq phonèmes vocaliques (/i e a o u/), /ε ɔ/ n'existant qu'en situation tonique (Mioni, 1973 ; Babini, 1997 ; Calamai, 2005 ; Canepari, 2006 ; Vaissière, 2006) (Figure II.2 et Figure II.3). Dans les variantes régionales de l'italien, par ordre de fréquence, la tendance est cependant à l'usage d'un système vocalique à cinq voyelles en situation tonique, marque évidente de l'influence dialectale. Le nombre de voyelles, la symétrie de la structure vocalique (c'est-à-dire structure périphérique équilibrée, cf. Vallée, 1994) et le choix des qualités /i e a o u/ correspondent par ailleurs au système vocalique le plus fréquent dans les langues du monde (Vallée, 1994 ; Schwartz *et al.*, 1997b ; 1997c ; Vallée *et al.*, 1999³⁸).

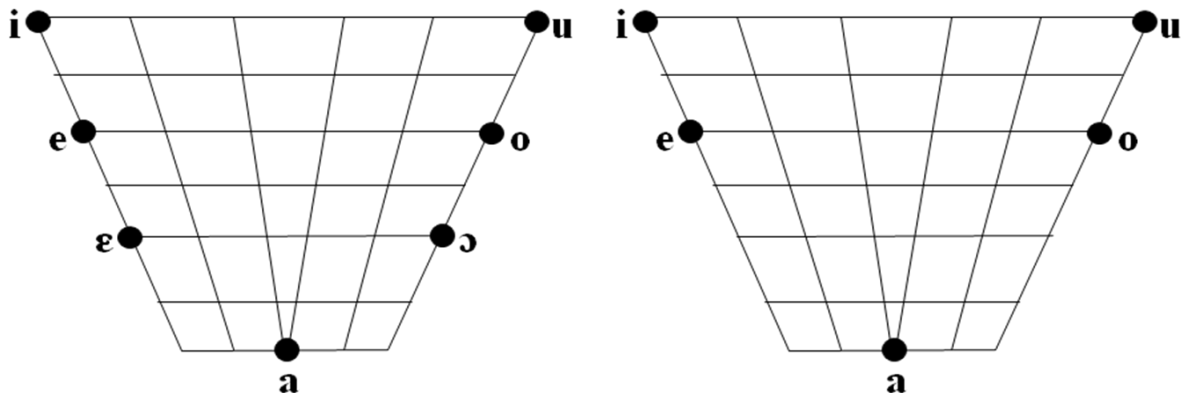


Figure II.2 Système vocalique du florentin en syllabe tonique. Figure II.3 Système vocalique du florentin en syllabe atone (d'après Malmberg, 1971 ; Rogers et Arcangeli, 2004).³⁹ (d'après Malmberg, 1971 ; Mioni, 1973).

La neutralisation entre /e/ et /ε/ ou entre /o/ et /ɔ/ peut avoir lieu en faveur des voyelles mi-ouvertes (par exemple dans le cas du sarde (Contini et Boë, 1972) ou du sicilien (Serio *et al.*, 2005) ou en faveur des voyelles mi-fermées (c'est le cas de nombreux dialectes de la zone méridionale comme le salentin ou le calabrais méridional (cf. Romano et Manco, 2004 ; Manco, 2006). Il existe aussi des dialectes utilisant jusqu'à dix voyelles, par exemple le lombard, le ligurien, le piémontais ou l'émilien-romagnol (pour la palatalisation de [u] et la vélarisation de [y], cf. Soffietti, 1949 ; Gebhardt, 1990) (Figure II.4). De la même manière, Telmon (1993) rapporte une évolution importante et rapide des systèmes phonologiques des variantes de l'italien en fonction de l'influence d'idiomes locaux, même si, comme énoncé précédemment, ce n'est pas à sens exclusivement unidirectionnel (Serio *et al.*, 2005). L'italien régional des régions toscane et romane est par exemple passé

³⁸ Cf. à ce sujet la *UCLA Phonological Segment Inventory Database - UPSID* : Maddieson, 1984 ; Maddieson et Precoda, 1989.

³⁹ La représentation schématisée des systèmes phonologiques sous forme de grille à 2 dimensions a été proposée par Vallée, 1994. L'axe vertical correspond au trait d'aperture et l'axe horizontal au trait d'antériorité et d'arrondissement.

progressivement de sept à cinq voyelles en situation tonique (*ibid.*). En revanche, lorsque les dialectes ont un inventaire vocalique plus fourni que sept phonèmes, aucun des phonèmes supplémentaires n'investit la variété italienne (*ibid.*).

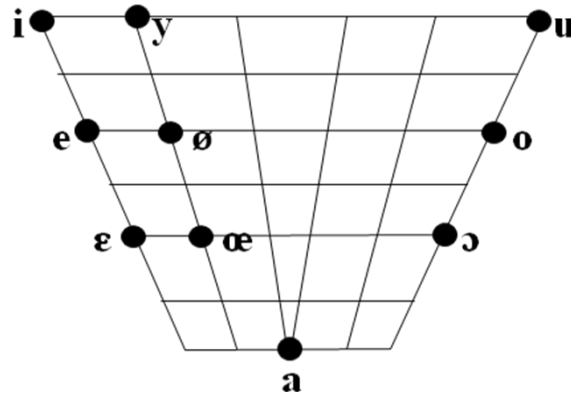


Figure II.4 Système vocalique du piémontais (d'après Gebhardt, 1990).

La disparité entre les systèmes phonologiques des variétés du français de l'espace francophone est moins importante (Léon, 2007) que celle existant pour l'italien (Telmon, 1993), mais le nombre de voyelles et le type d'inventaire varient malgré tout. Le projet international *Phonologie du Français Contemporain* (PFC) a d'ailleurs pour vocation de recenser les éléments de variation de la langue française dans l'espace francophone, puis de mettre à disposition de chercheurs en linguistique, en traitement automatique des langues ou encore d'enseignants et d'apprenants de FLE et du grand public une base de données sur le français oral contemporain dans l'espace francophone (Durand, Laks et Lyche, 2002a ; 2002b). Toutes les variétés de français possèdent le même nombre de degrés d'aperture que l'italien standard (Figure II.5) mais leurs systèmes vocaliques comptent systématiquement plus de phonèmes que celui de l'italien standard (Figure II.6), ceci étant en particulier dû à la présence des voyelles antérieures arrondies (/y/ /ø/ /œ/) et des voyelles nasales. Ainsi, la différence majeure entre les systèmes phonologiques italiens et français vient du fait que la langue française présente une tendance à la réalisation antérieure et arrondie (antérieures-centrales arrondies selon Canepari, 2006), ce qui fait qu'au contraire de l'italien qui utilise un système symétrique, les timbres vocaliques oraux et nasals du français se répartissent dans un trapèze, voire un trapézoïde, plusieurs fois décrit dans la littérature (Vallée, 1994 ; Vallée *et al.*, 1995 ; Carpitelli, 1995 ; Léon, 2007). L'exploitation de /y/, /ø/ et /œ/ est plutôt rare dans les systèmes vocaliques des langues naturelles – moins de 5 % selon la base UPSID (Vallée, 1994) –, et l'usage d'articulations secondaires comme la nasalité correspond à des densités dépassant 9 voyelles (Vallée, 1994 ; Schwartz *et al.*, 1997c) de manière à faciliter la distinction entre segments (Schwartz *et al.*, 1997c). Certes une tendance à la nasalisation existe en italien standard, régional et dialectal (par exemple en piémontais), mais elle n'a pas de valeur phonologique (Canepari, 2006). Concernant la langue française, des chercheurs impliqués dans le projet PFC rapportent que les variations diatopiques et idiolectes sont les plus influentes, mais montrent que la diamésie et la diaphasie impactent également le nombre de voyelles et la structure de l'inventaire (Detey *et al.*, 2010). Les oppositions phonologiques nasales /œ/~ /ẽ/ par exemple sont utilisées dans le français du Québec ou de la Côte d'Ivoire, ou encore dans certaines régions de France (*ibid.*). Le français métropolitain peut posséder jusqu'à seize

phonèmes vocaliques : onze voyelles orales (/i e ε y ø œ a ɔ ɔ̃ u/) et quatre voyelles nasales (/ɛ̃ œ̃ ɑ̃ ɔ̃/) (Léon et Léon, 1997) mais le système tend vers une simplification (Léon, 2007). Les archiphonèmes (/A/ et /Ē/) marquent presque systématiquement la neutralisation des oppositions phonémiques entre les voyelles ouvertes nasales antérieures d'une part (avec disparition de /ɛ̃/ au profit de /Ē/), et les voyelles ouvertes orales d'autre part (avec disparition de /a/ au profit de /A/) (Malécot et Lindsay, 1976 ; Fonagy, 1989 ; Walter, 1994 ; Hansen, 2001 ; Amelot, 2004 ; Léon, 2007 ; Montagu, 2007), les locuteurs auditeurs s'appuyant sur le contexte pour reconstruire le sens de l'énoncé (Abry et Chalaron, 1994 ; Champagne-Muzar et Bourdages, 1993 ; 1998 ; Detey *et al.*, 2010). La réduction du système de ces voyelles trouverait son origine dans le faible rendement de l'opposition (Léon, 2007). Quelques rares régions de France métropolitaine (et de Suisse) exploitent la durée vocalique dans un rôle phonémique (Gadet, 1996 ; Lyche, sous presse, citée sur le site PFC), par exemple pour les deux voyelles ouvertes /a/ et /a:/ (Detey *et al.*, 2010). Par ailleurs, la voyelle /a/ est décrite comme antérieure selon certains chercheurs, mais comme centrale par d'autres. Selon Gadet (1996), qui n'observe toutefois pas les données au regard du contexte de leur production, cette articulation moyenne résulterait d'une compensation entre réalisation antérieure et réalisation postérieure. Comme observé pour l'italien, les autres neutralisations, en lien avec les voyelles dites moyennes (/Ē O E/), sont contextuelles ou bien propres à des variantes sociolinguistiques (Walter, 1994). En français, l'usage de l'une ou de l'autre peut dépendre de contraintes distributionnelles. Selon la Loi de Position, les voyelles mi-ouvertes apparaissent plutôt en syllabe fermée tandis que les voyelles mi-fermées surviennent en syllabe ouverte (Walter, 1994 ; Léon, 2007 ; Detey *et al.*, 2010). Les variantes d'un phonème entre voyelles mi-ouvertes et mi-fermées sont autorisées tant qu'elles correspondent au code de l'idiome et n'empêchent pas la communication (Léon, 2007). C'est pourquoi l'opposition de ces voyelles n'est pas systématique et l'utilisation de la Loi de Position dépend des régions (Detey *et al.*, 2010).

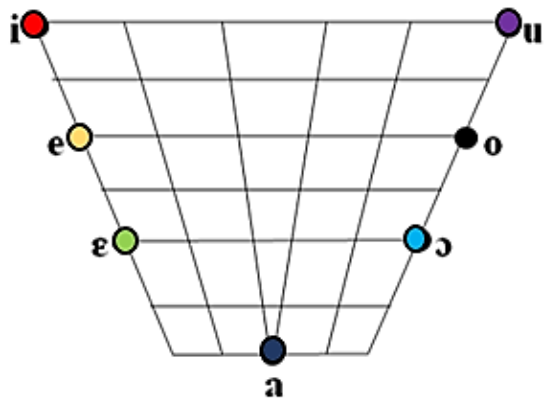


Figure II.5 Système vocalique de l'italien scolaire et administratif en syllabe tonique (d'après Canepari, 2006).

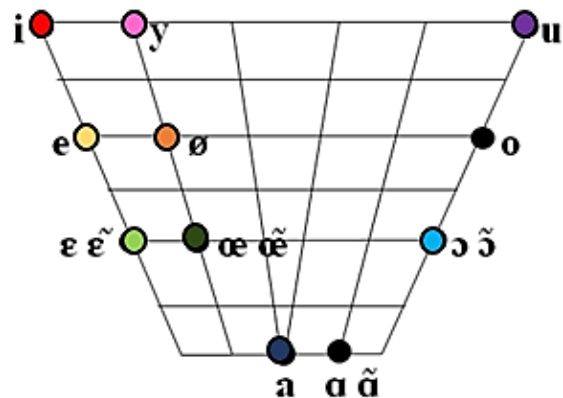


Figure II.6 Système vocalique large du français (d'après Léon, 2007). Il s'agit ici d'une représentation typologique maximale.

Les codes couleur pour les voyelles sont ceux choisis (arbitrairement) pour ce manuscrit de thèse.

Au niveau articulatoire plus précisément, les quatre phonèmes antérieurs arrondis /y ø œ œ̃/ exploités en français et absents de l'italien langue standard ont la particularité d'être articulés légèrement en arrière de la série antérieure, mais s'en distinguent en même temps par une protrusion des lèvres commune aux voyelles

postérieures (Vallée, 1994). De plus, la voyelle mi-fermée antérieure et arrondie a deux allophones atones : [œ] en syllabe fermée et [ə], qui n'a pas de correspondance phonologique en français et dont l'utilisation présente de nombreuses variations entre locuteurs (Van Eibergen, 1986 ; cf. le site PFC).

Considérant la Théorie de l'Analyse Contrastive (cf. Lado, 1957) et supposant comme système de départ l'italien scolaire et administratif mais aussi les quatre principales variantes régionales identifiées par Telmon (1993), les voyelles du français difficiles à discriminer et à produire pour les natifs de l'italien devraient être de fait les segments antérieurs arrondis et les voyelles nasales. Néanmoins, il faut envisager une interaction possible de la dialectalité d'origine des apprenants natifs de l'italien sur le traitement de la langue étrangère et sur l'apprentissage phonologique (Barone, 1989 ; 1994 ; Bodello, 2001 ; Romano et Bodello, 2002). Certains phonèmes du français absents du système heptavocalique de l'italien standard ou de variantes régionales de l'italien peuvent avoir un statut de variante, et même de phonème, dans l'un des autres codes en possession du locuteur italophone (Barone, 1989). Or la densité d'un système vocalique joue un rôle important sur la perception et la production des voyelles et détermine en partie le degré de dispersion des voyelles dans l'espace acoustique (Meunier, Frenck-Mestre, Le Besnerais et Lelekov-Boissard, 2004 ; Al-Tamimi, 2007 ; 2008). On peut s'attendre à ce que l'interphonologie d'un italophone possédant par exemple, dans son dialecte ou dans son italien régional, un système à cinq timbres neutralisant les voyelles mi-fermées est différente de celle d'un italophone possédant dans son dialecte un inventaire à dix phonèmes. Ainsi, dans un cadre expérimental où les participants reçoivent la consigne de parler en italien, il est prédictible qu'ils se réfèrent à l'inventaire phonologique de leur variante régionale de l'italien en ce sens qu'elle est considérée comme la variété haute et la langue de référence dans un milieu scolaire et administratif (Romano et Bodello, 2002), mais que les particularités des systèmes vocaliques des dialectes puissent toutefois impacter la perception et la prononciation de la langue cible (Barone, 1989 ; 1994 ; Bodello, 2001). Dans un contexte expérimental comme le nôtre, il importe d'identifier les systèmes phonologiques et sonores de la langue source afin de contrôler leur effet sur l'apprentissage de la langue cible. L'interphonologie des apprenants de langue peut aussi trouver d'autres explications, évoquées dans le chapitre précédent (cf. Section I.1.3.1) : contraintes universelles (Schmid, 1997), rôle du marquage (Eckman, 1977 ; 2003), type de production des sons (par exemple selon qu'ils sont hyper ou hypo articulés, Albano Leoni et Maturi, 1994) et surtout, phénomènes de conditionnement psychique ou physique, notamment perceptif (entre autres Rosch, 1973 ; Iverson et Kuhl, 1994 ; Best *et al.*, 1996 ; Flege, 1987) en lien avec l'apprentissage d'autres langues étrangères.

Une première étape dans la comparaison des unités distinctives entre les deux langues vise à identifier le système phonologique que les participants aux expérimentations de ce travail de recherche utilisent. Une deuxième étape consiste en une observation des réalisations acoustiques des voyelles produites par les participants italophones, ainsi qu'en une comparaison de ces données avec celles de locuteurs natifs de la langue cible, le français. Cette étape a cependant pour limite de ne pas permettre de déterminer le système phonologique et acoustique préférentiellement utilisé dans un contexte d'enseignement-apprentissage d'une langue étrangère, ni même dans un test de perception d'une langue non-native. La section suivante a pour dessein de relever et confronter les données acoustiques issues de la littérature (1) pour la langue italienne, à partir des réalisations de sujets supposés utiliser préférentiellement à leur dialecte un italien néo-standard ou régional septentrional et

(2) pour la langue française, à partir de celles de locuteurs natifs de France métropolitaine et dépourvus d'un accent régional marqué (français appelé par abus d'usage *français parisien* ou *français médiatique*).

II.1.2 Caractéristiques acoustiques des voyelles de l'italien et du français

Les différences de valeurs moyennes de formants pour les voyelles orales de l'italien et du français publiées dans des articles de phonétique, montrent que relever une norme acoustique pour une langue donnée est impossible (cf. entre autres les valeurs publiées par Calliope, 1989 ; Mioni, 1996 ; Léon, 2000 ; Vaissière, 2007). Les Tables présentées Annexe II mettent en évidence ces différences. En 2007, Vaissière précise qu'il n'existe aucune étude normative pour les voyelles du français. En ce qui concerne l'italien, les publications ont montré que les tentatives de normalisation acoustique sont artificielles et vouées à l'échec du fait de l'impact dialectal sur les variantes régionales (Ferrero, 1968 ; 1972) même si des auteurs ont obtenu des résultats très intéressants (Così, Ferrero et Vagès, 1995).

Ces études acoustiques présentent sous forme graphique ou numérique (Annexe II) les valeurs moyennes de formants et/ou les ellipses de réalisation pour chaque voyelle observée. L'unité est le Hertz ou le Bark⁴⁰ bien souvent, selon que les travaux s'intéressent à la production ou à la perception des voyelles. À partir des publications qui à la fois (1) s'intéressent à un système phonologique maximal pour l'italien standard (qui correspond alors à la variante septentrionale de l'italien ou à des parlers florentins) et à 10 voyelles orales pour le français, et (2) recensent au strict minimum les valeurs moyennes pour F_1 et F_2 exprimées en Hertz, nous avons projeté les voyelles concernées sur des plans cartésiens à deux dimensions. Les espaces vocaliques du français et de l'italien apparaissent sur des figures séparées (Figure II.7 à Figure II.14⁴¹). S'il existe des comparaisons des systèmes phonologiques de l'italien et du français standard (par exemple Costamagna, 2000 ; Canepari, 2006), les études acoustiques comparant les espaces vocaliques du français (observé comme standard) et de dialectes italiens sont rares (il existe entre autres celles de Schirru, 1973 et Manco, 2006). À notre connaissance, il n'existe pas d'étude consacrée à la comparaison d'un français et d'un italien standard, justement du fait des variétés phonético-phonologiques inhérentes aux langues. C'est pourquoi nous avons choisi de projeter dans les plans F_1/F_2 et F_2/F_3 les voyelles des deux langues, à partir des mesures moyennes de formants affichées Annexe II. Les Figure II.7 à Figure II.14 permettent ainsi de comparer les aires acoustiques occupées par les voyelles de l'italien et du français. Elles permettent également d'observer la variabilité des valeurs données dans la littérature, relative entre autres à l'impact déjà évoqué des spécificités humaines et protocolaires sur les mesures acoustiques. Les réalisations vocaliques des locuteurs et des locutrices sont distinguées dans les plans vocaliques F_1/F_2 et F_3/F_4 .

⁴⁰ Il s'agit d'une échelle de fréquence auditive-perceptive, fondée sur le fonctionnement auditif humain qui filtre de façon non uniforme les bandes de fréquences.

⁴¹ Dans les figures suivantes, à chaque publication est associé un code marqueur et à chaque voyelle un code couleur. Par ailleurs, les tables de mesure, qui rapportent les valeurs moyennes de formants pour chaque voyelle tonique, insérés dans les publications de Ferrero (1972, 1992) et de Così *et al.* (1995) nous semblent comporter une erreur. Les valeurs données pour [o] et [ɔ] paraissent inversées. Les diagrammes présentés ici ont été créés après « correction ». Par précaution, les diagrammes créés à partir des valeurs issues des articles, autrement dit sans les corrections, sont présentés Annexe III. Enfin, on note que, comparativement au français, de nombreux articles concernant les valeurs de formants de l'italien ne s'intéressent pas aux hautes fréquences (F_3 , F_4 voire F_5)

Les fréquences sont plus élevées pour les locutrices du fait des différences anatomiques (en particulier, un conduit vocal plus court)⁴². C'est d'ailleurs pourquoi, en vue d'analyses regroupant les données recueillies pour les locuteurs et les locutrices d'une langue donnée, des chercheurs tentent de trouver des outils de normalisation des valeurs formantiques des voyelles de locuteurs et de locutrices (cf. par exemple Ferrero *et al.*, 1995).

Certaines dissemblances entre mesures acoustiques de sons d'une langue donnée, comme observé dans ces figures (Figure II.7 à Figure II.14) et Annexe II, peuvent trouver leur origine dans les divergences de protocoles de recueil des données. Il existe en particulier un effet du type d'émission des voyelles et du type de parole sur la largeur de l'espace vocalique et sur la taille et la direction des ellipses de dispersion. Certains protocoles expérimentaux favorisent une émission des voyelles en isolé, d'autres en contexte consonantique et, dans ce dernier cas, le choix de la consonne influe sur les valeurs acoustiques (voir entre autres Georgetown, Paillereau, Landron, Gao, et Kamiyama, 2012) en raison des modifications de transitions formantiques (Léon, 2000 ; Vaissière, 2007). Également, les valeurs recueillies varient fortement selon que la parole est contrôlée, semi-spontanée ou spontanée, de type communicationnel en face-à-face ou bien journalistique par exemple. Parallèlement à l'augmentation de la vitesse d'élocution, la durée des voyelles diminue et les réalisations des voyelles se centralisent dans l'espace acoustique F_1/F_2 (Lindblom, 1963 ; 1990b ; Lindholm, Dorman, Taylor et Hannley, 1988 ; Harmegnies et Poch-Olivé, 1992 ; Van Son, 1993 ; Savy et Cutugno, 1997 ; Gendrot et Adda-Decker, 2005 ; 2007 ; 2010). Le débit de parole ou vitesse d'élocution impacte donc directement la taille de l'espace vocalique (Gendrot et Adda-Decker, 2005 ; 2006). Enfin, encore plus pour l'italien que pour le français (pour les raisons explicitées précédemment, cf. Section I.1), il existe une importante variation acoustique selon la variété d'italien utilisée par le locuteur natif. Ainsi, les fréquences moyennes données dans la littérature donnent une représentation globale de la variabilité inhérente à l'acte de parole (Léon, Thomas, Léon et Léon, 2009).

En ce qui concerne les descriptions vocaliques de l'italien et de ses variétés régionales, il existe plus d'une cinquantaine de publications sur le sujet depuis la fin du XIX^{ème} siècle. Les premières descriptions acoustiques de l'italien national datent des années 1970 avec une étude de Ferrero (1968) conduite sur la production de voyelles isolées de 20 locuteurs natifs du Nord de l'Italie et qui sert encore de référence dans d'autres travaux (entre autres Ferrero, 1972), et bien que dans une publication ultérieure (Ferrero, 1992), l'auteur ait rapporté de légères différences de résultats selon les modalités d'analyse du signal de parole⁴³.

⁴² Pepiot (2013), dans sa thèse de doctorat, fait une revue de littérature sur les origines des différences de valeurs entre locuteurs et locutrices. Il évoque des travaux de chercheurs ayant montré ou suggéré, outre les spécificités anatomiques hommes/femmes, un effet de résonance de type Helmholtz et un effet de la fréquence fondamentale sur les hauteurs et les distances entre formants.

⁴³ Ferrero suggère que la raison majeure de la différence de résultats est due à la fenêtre temporelle d'analyse, de 300 ms dans la première étude et entre 20 et 30 ms dans la deuxième étude.

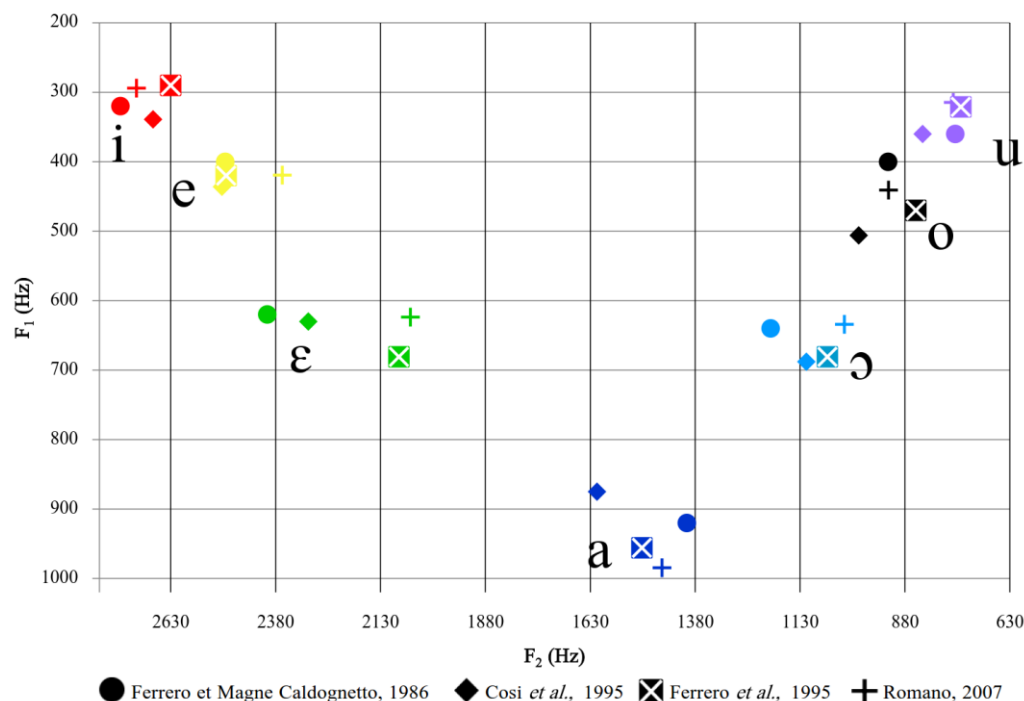


Figure II.7 Superposition des espaces vocaliques de l'italien dans le plan F_1/F_2 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locutrices natives, et issues des articles référencés. Nous rappelons que les différences de valeurs de formants peuvent être dues aux différences de méthodologie expérimentale. Cette remarque est valable pour les sept figures qui suivent.

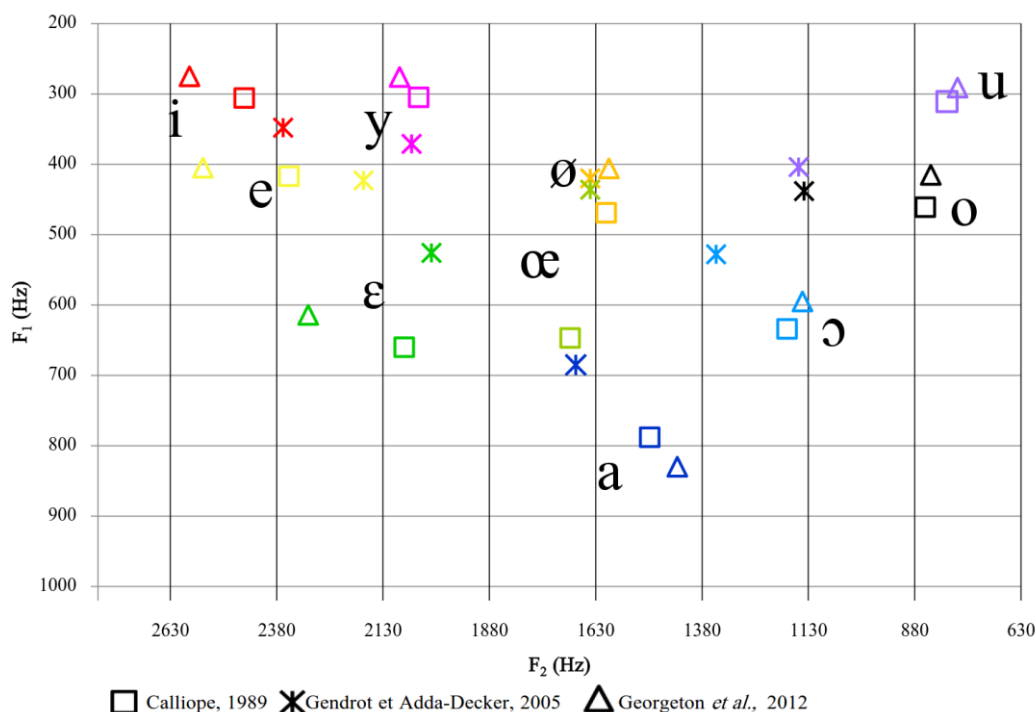


Figure II.8 Superposition des espaces vocaliques du français (voyelles orales uniquement) dans le plan F_1/F_2 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locutrices natives, et issues des articles référencés.

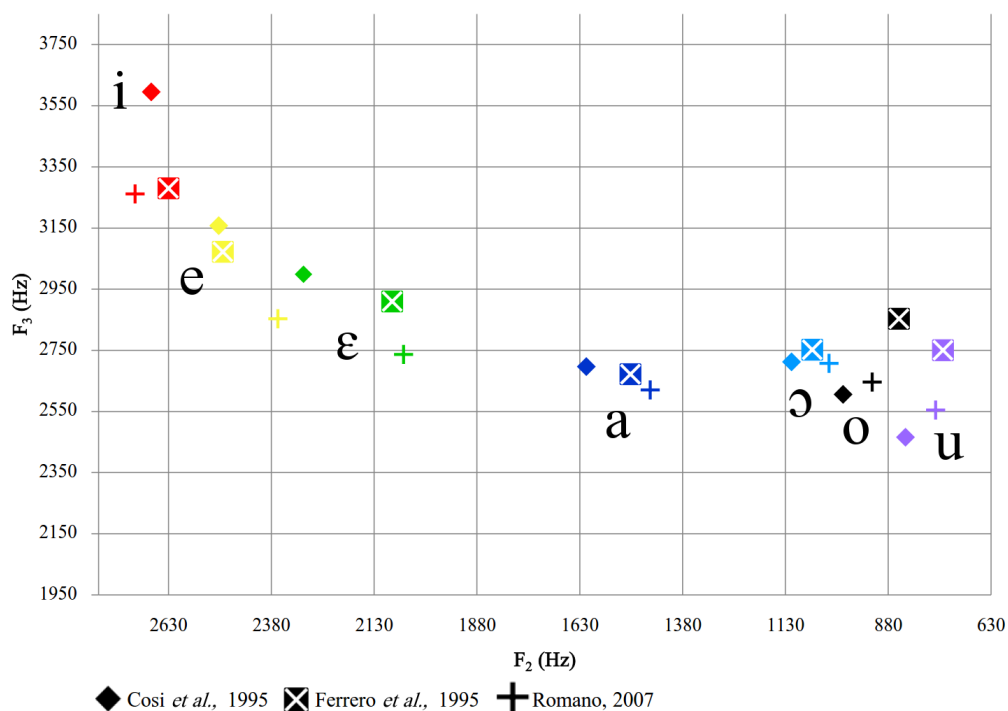


Figure II.9 Superposition des espaces vocaliques de l'italien dans le plan F_2/F_3 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locutrices natives, et issues des articles référencés.

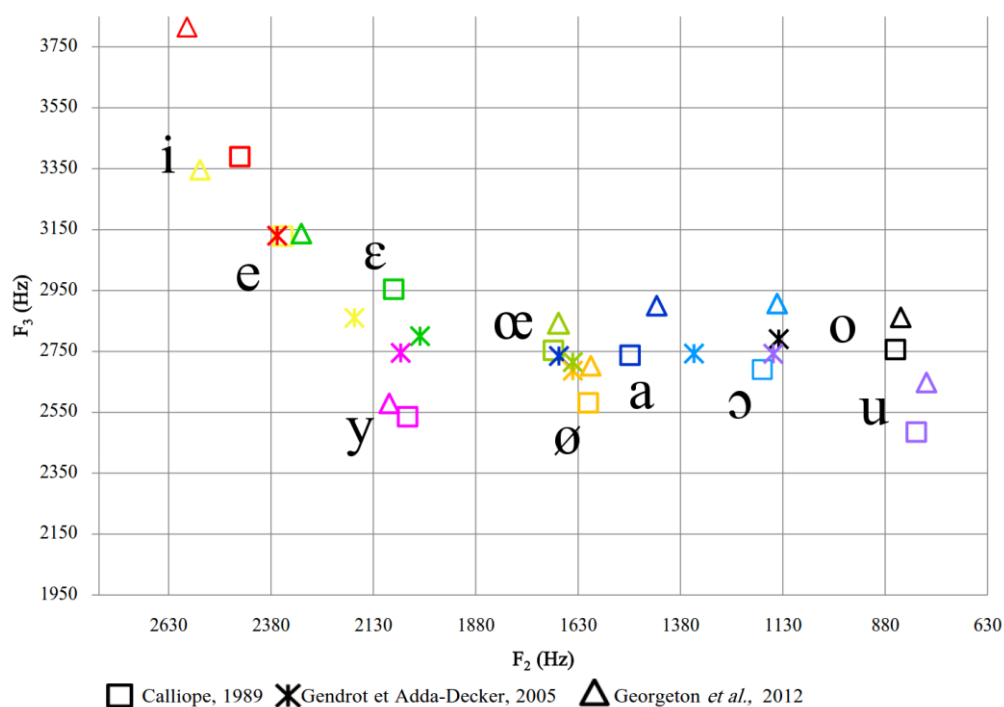


Figure II.10 Superposition des espaces vocaliques du français (voyelles orales uniquement) dans le plan F_2/F_3 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locutrices natives, et issues des articles référencés.

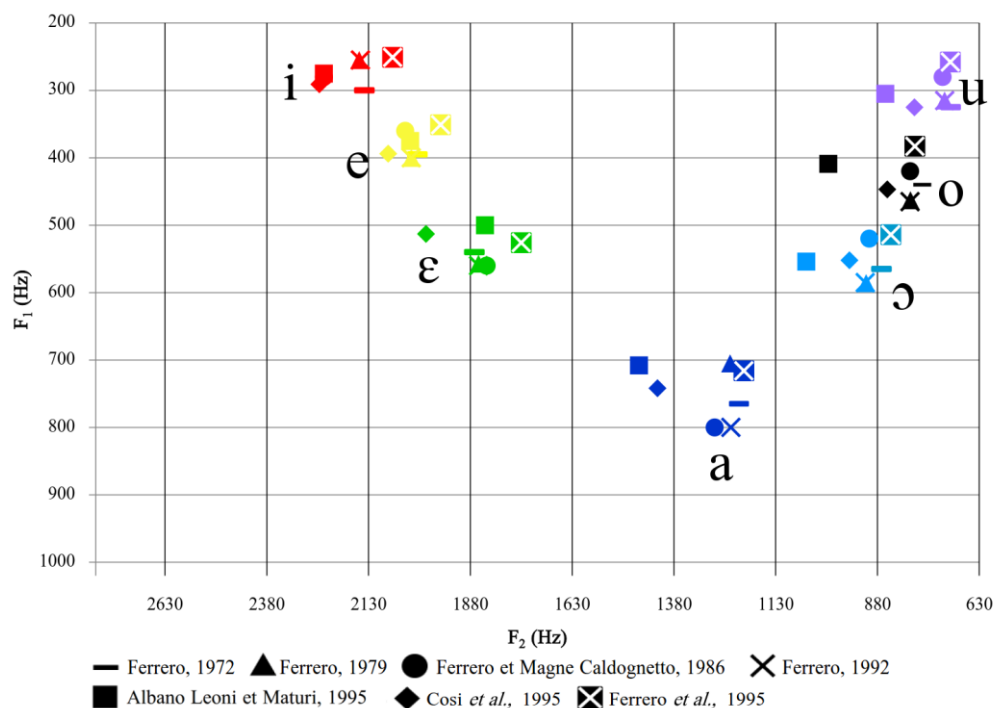


Figure II.11 Superposition des espaces vocaliques de l'italien dans le plan F_1/F_2 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locuteurs natifs, et issues des articles référencés.

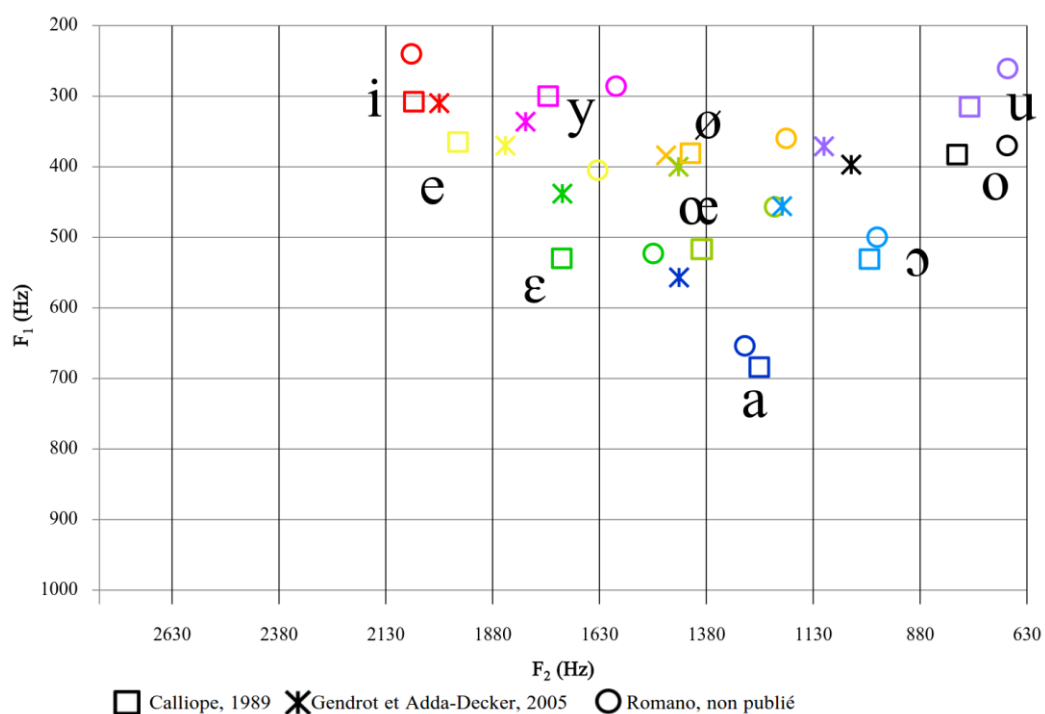


Figure II.12 Superposition des espaces vocaliques du français (voyelles orales uniquement) dans le plan F_1/F_2 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locuteurs natifs, et issues des articles référencés.

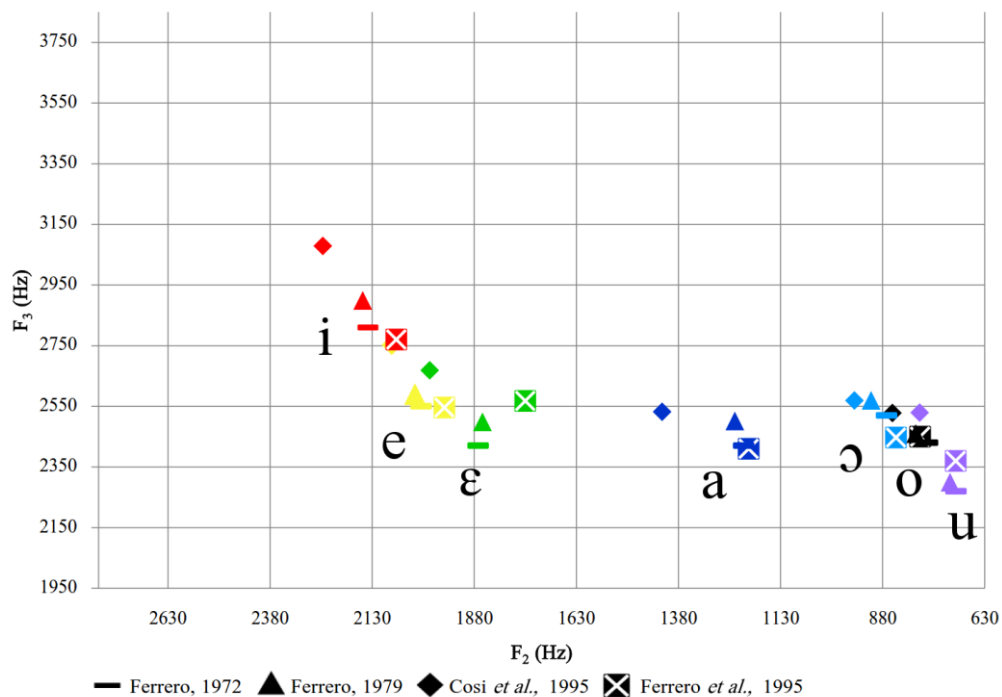


Figure II.13 Superposition des espaces vocaliques de l'italien dans le plan F_2/F_3 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locuteurs natifs, et issues des articles référencés.

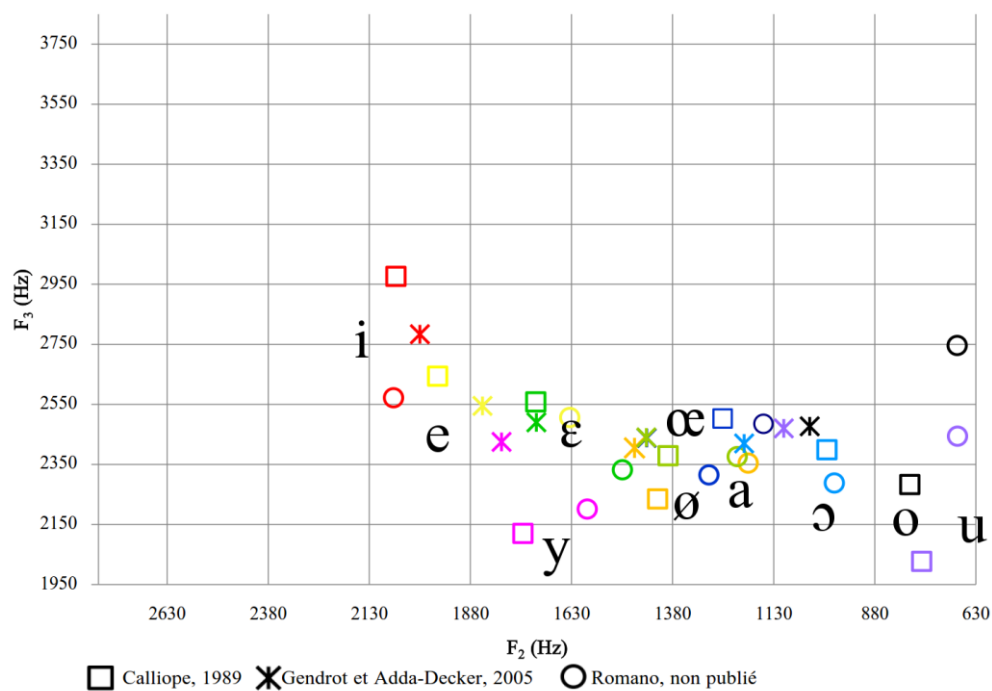


Figure II.14 Superposition des espaces vocaliques du français (voyelles orales uniquement) dans le plan F_2/F_3 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des locuteurs natifs, et issues des articles référencés.

Pour limiter la variation acoustique, les auteurs des travaux sur l'italien en tant que langue standard sélectionnent des locuteurs italophones dont les prononciations ne présentent pas de caractéristiques dialectales marquées (Ferrero, 1972), mais du fait de la difficulté à définir un italien normatif (en considérant que cette démarche serait légitime), la majorité des études acoustiques publiées concernent les italiens régionaux et les dialectes. Ferrero (*ibid.*) a ainsi montré que les fréquences formantiques des voyelles d'adultes de genre masculin varient de façon importante selon que le locuteur utilise un italien de Vénétie, du Piémont ou du Lazio. Pour l'italien, les études citées dans ce manuscrit ont été recueillies par le biais de lecture de voyelles isolées (Ferrero et Magno Caldognetto, 1986 ; Ferrero, 1972 ; Ferrero, Magno Caldognetto et Cosi, 1995 ; Manco, 2006) ou dans des pseudo-mots bisyllabiques (Ferrero, 1972 ; Cosi, Ferrero et Vagges, 1995 ; Ferrero *et al.*, 1995), par le biais de production en parole spontanée (Savy et Cutugno, 1997 ; 1998) et en parole semi-spontanée, surtout des journaux télévisés (Albano Leoni *et al.*, 1995 ; Albano Leoni, Cutugno et Savy, 1995 ; Savy et Cutugno, 1997). Les descriptions du français portent également sur de la parole lue et des voyelles isolées (Calliope, 1989 ; Georgetown *et al.*, 2012) ou sur de la parole spontanée, notamment radiophonique (Gendrot *et al.*, 2005).

La littérature précédemment évoquée rapporte principalement des observations acoustiques dans le plan F_1/F_2 , constatation visible Annexe II où les mesures concernent principalement ces formants que les formants F_3 et F_4 . À cela, deux raisons majeures : les deux premiers formants peuvent suffire à l'identification perceptive de la plupart des voyelles (Fant, 1960) et les variations de fréquence acoustique de F_1 et F_2 reflètent des ajustements articulatoires. La projection des valeurs des fréquences des deux premiers formants sur un système d'axes cartésien utilisé en phonétique acoustique peut être mis en correspondance avec les positions articulatoires nécessaires à la réalisation des voyelles (Joos, 1948 ; Romito, 2000 ; Zedda, 2014). Conventionnellement, en phonétique, chaque réalisation est représentée par sa valeur en F_1 sur l'axe des ordonnées orienté de haut en bas et sa valeur en F_2 sur l'axe des abscisses orienté de droite à gauche⁴⁴. Plus récemment, des travaux ont montré que les fréquences formantiques de rang élevé du signal de parole (F_3 , F_4 , F_5) jouent un rôle dans la différenciation des schémas articulatoires de voyelles communes à différentes langues (pour les voyelles de l'anglais américain, de l'italien et du yorùbá – langue Niger-Congo –, cf. Flammia, 1988 citée par Ferrero, 1992 ; Gendrot, Adda-Decker et Vaissière, 2008). Le troisième formant (F_3) par exemple serait un facteur d'explication de la variabilité des réalisations pour certaines voyelles, pouvant entre autres informer du trait d'arrondissement (Gendrot *et al.*, 2008). Dans une étude de 2011, Vaissière a montré que F_3 peut apporter une information complémentaire sur les stratégies articulatoires de locuteurs du français, par exemple pour la réalisation de /i/ avec un rapprochement de F_4 et F_5 plutôt que F_3 et F_4 . De la même manière, les différents formants n'ont pas le même poids pour la reconnaissance perceptive des voyelles, notamment dans le cas de segments périphériques (pour lesquels la réalisation est donc liée à des lieux d'articulation extrêmes) et quantiques (Schwartz *et al.*, 2005). F_3 sert à la perception des voyelles antérieures (Schwartz *et al.*, 1989), par exemple pour la récupération du trait de l'arrondissement dans la paire /i/~y/ (Gendrot *et al.*, 2008), mais il n'est pas exploité comme indice dans la discrimination des voyelles postérieures (Schwartz *et al.*, 2005). Le recours aux formants de fréquences élevées F_3 et F_4 pour la discrimination de voyelles a été trouvé chez les auditeurs de certaines langues uniquement

⁴⁴ On associe souvent par simplification le trait d'aperture à F_1 et le trait d'antériorité à F_2 . La gamme de fréquences dans laquelle évolue F_1 est plus basse que celle de F_2 , elle-même plus basse que F_3 , etc.

(Karypidis, 2010). Dans le domaine du chant lyrique, F_3 et F_4 sont également utilisés, mais dans un autre objectif perceptif. En effet, Sundberg (1987) a montré que les chanteurs d'opéra renforcent le potentiel perceptif de leur voix et peuvent être entendues au-delà d'un orchestre en amplifiant l'énergie des fréquences dans une zone fréquentielle de 2-3 kHz, dite du « formant du chanteur » (*singing formant, ibid.*).

Par ailleurs, la comparaison des Figure II.7 à Figure II.14 illustre, en accord avec Canepari (2006), Vallée (1994) et Carpitelli (1995), la symétrie du système vocalique italien et la présence dans le système vocalique français des qualités antérieures arrondies /y ø œ/. Comme montré dans la littérature (Malécot et Lindsay, 1976 ; Fonagy, 1989 ; Walter, 1994 ; Léon, 2007), une tendance à la neutralisation de l'opposition entre /a/ et /ɑ/ en français et à sa réalisation antérieure est visible sur ces figures. Figures et tables révèlent de prime abord, et malgré les variations de protocoles de recueil de données entre les différentes études, des espaces acoustiques F_1/F_2 et F_2/F_3 plus larges pour l'italien septentrional que pour le français standard, alors que le nombre de voyelles en italien est plus faible. Cette constatation va dans le sens des observations de Meunier *et al.* (2003) qui ne trouvent pas de corrélation en production entre densité du système vocalique et surface de l'espace acoustique.

Il ressort également de ces comparaisons, et c'est précisément ce qui nous intéresse dans ce travail, des différences de réalisations acoustiques pour les voyelles communes aux deux langues.

Concernant les voyelles antérieures /i e ε/ :

- Les Figure II.7 à Figure II.14 et les Tables Annexe II présentent des valeurs moyennes de F_1 globalement voisines dans les deux langues. Chez les locuteurs, les valeurs moyennes de F_1 sont comprises entre 240 et 310 Hz pour /i/, entre 365 et 405 Hz pour /e/, entre 438 et 560 Hz pour /ε/. Chez les locutrices, elles sont comprises entre 275 et 348 Hz pour /i/, entre 400 et 436 Hz pour /e/, entre 526 et 650 Hz pour /ε/ ;
- les valeurs moyennes de F_2 pour la voyelle antérieure non arrondie /i/ affichent une différence d'environ 150 Hz chez les locuteurs et jusqu'à 300 Hz chez les locutrices, les valeurs plus élevées étant trouvées en italien. Les tables des valeurs moyennes de fréquence formantique pour les locuteurs montrent des différences de valeurs en F_2 également pour /e/ et /ε/. En italien, les valeurs moyennes sont supérieures jusqu'à 400 Hz pour /e/ et 300 Hz pour /ε/ par rapport aux valeurs trouvées pour le français. Chez les locutrices en revanche, la différence de valeurs moyennes entre le français et l'italien pour /e/ et /ε/ n'est pas retrouvée. Les valeurs moyennes sont sensiblement équivalentes pour /e/ (entre 2176 et 2553 Hz), même chose pour /ε/ (entre 2016 et 2400 Hz).
- Ces différences de valeurs moyennes relevées en F_2 suggèrent des stratégies articulatoires spécifiques à chaque langue. La production des voyelles antérieures non arrondies /i e ε/ requerrait une légère rétraction des commissures des lèvres en français selon Barthelemy (2003), alors que l'écartement des lèvres resterait neutre en italien selon Canepari (2006) et Zedda (2006).

Concernant la voyelle centrale /a/ :

- les résultats des publications montrent des valeurs moyennes de F_1 moins élevées de près de 200 Hz en français comparativement aux valeurs moyennes de /a/ en italien pour les deux genres de locuteurs, alors même qu'il existe en français une opposition phonologique avec la voyelle mi-ouverte antérieure arrondie

(que nous ne décrivons pas dans ce corpus pour les raisons évoquées précédemment). Pour les locutrices, les valeurs moyennes de F_1 s'étendent de 685 à 830 Hz en français et de 875 à 985 Hz en italien. Pour les locuteurs, elles s'étendent de 557 à 684 Hz en français et de 708 à 800 Hz en italien ;

- les valeurs moyennes de F_2 s'étendent sur une échelle de mesures similaire dans les systèmes acoustiques italien et français. Les valeurs vont de 1438 à 1677 Hz en français et de 1400 à 1614 Hz en italien chez les locutrices et de 1256 à 1444 Hz en français et de 1220 à 1466 Hz en italien chez les locuteurs.
- La différence des valeurs moyennes de F_1 suggèrent que le système français est globalement plus fermé que celui de l'italien. La similarité interlangue des valeurs moyennes en F_2 pourrait être reliée à l'articulation : la rétraction des lèvres n'est requise dans aucune des deux langues (dans leur forme standard).

Concernant les voyelles postérieures :

- parmi les valeurs de F_1 rapportées dans les Figure II.7 à Figure II.14 et les Tables Annexe II pour /u o ɔ/, les moyennes les plus basses présentent des valeurs sensiblement identiques (± 30 Hz⁴⁵) dans les deux langues, tant chez les locuteurs que chez les locutrices. La même observation peut être avancée à propos des valeurs moyennes supérieures de F_1 pour les voyelles /u/ et /ɔ/ (± 50 Hz). Pour la voyelle mi-fermée /o/ en revanche, entre le français et l'italien apparaissent des différences de valeurs moyennes supérieures pouvant s'étendre jusqu'à 200 Hz chez les locuteurs et chez les locutrices, les valeurs moyennes de F_1 étant dans ce cas plus élevées en italien qu'en français. Ce résultat peut être mis en lien avec la neutralisation de l'opposition /o/~ɔ/ qui est fréquente dans les systèmes phonologiques de l'italien et qui n'est pas trouvée en français.
- En F_2 , chez les locuteurs comme chez les locutrices, on trouve pour /u/ des valeurs moyennes minimum semblables dans les deux langues (autour de 700 Hz pour les locuteurs et de 760 Hz chez les locutrices). Cependant, les valeurs moyennes maximales sont plus élevées en français qu'en italien : 1105 Hz vs 861 Hz chez les locuteurs et 1153 Hz vs 838 Hz chez les locutrices. Toujours en F_2 , les valeurs moyennes minimales présentées dans les tables pour /o/ montrent des valeurs plus élevées en italien qu'en français, de près de 100 Hz, tant chez les locuteurs que chez les locutrices. Les valeurs moyennes maximales rapportées dans la littérature sont approximativement semblables dans les deux langues chez les deux genres de locuteurs (locuteurs : autour de 1000 Hz, locutrices : autour de 1100 Hz). Pour /ɔ/, chez les locuteurs et les locutrices, les mesures indiquent des valeurs moyennes minimales et maximales plus élevées en français qu'en italien, d'environ 150 Hz, alors qu'il existe la voyelle /œ/ en français.
- Ces résultats pour /u/, /o/ et /ɔ/ suggèrent une distribution légèrement différente en français et en italien des voyelles postérieures arrondies dans l'espace acoustique, avec des positions de /u/ et /ɔ/ potentiellement plus centrales en français qu'en italien, et une position de /o/ parfois moins centrale en français qu'en italien. Les différences de valeurs en F_2 pourraient aussi être rapprochées de la question de la variabilité de réalisation, malgré la présence de voyelles antérieures arrondies en français.

⁴⁵ Dans le présent manuscrit, le symbole \pm correspond à l'écart type (indiqué σ dans les tables).

L'ensemble des observations appuyées sur les données extraites de la littérature suggère que le système vocalique du français exploite des zones globalement plus postérieures et fermées de l'espace acoustique que celui de l'italien. D'autres aspects acoustiques et phonétiques peuvent permettre de décrire une langue et de la différencier d'une autre. Plusieurs études ont par exemple exploré les structures des spectres sonores et plus particulièrement, la question de la convergence entre formants (focalisation) (Badin, Perrier, Boë et Abry, 1991 ; Vallée, 1994 ; Schwartz *et al.*, 1997c ; Schwartz *et al.*, 2005 ; Vaissière, 2007 ; Gendrot *et al.*, 2008). Une voyelle est considérée focale quand un ou plusieurs formants qui composent son spectre sonore sont acoustiquement proches, et que la concentration d'énergie qui en résulte est perceptivement traitée comme un pic d'énergie spectral unique et amplifié (Fant, 1960). La distance acoustique (exprimée en Bark parce que l'échelle est, dans ce cas, auditivo-perceptive) séparant les deux pics formantiques est alors inférieure à 3.5 Barks (Chistovich et Lublinskaya, 1979 ; Chistovich, Shikin et Lublinskaya, 1979). La convergence entre formants rendrait les voyelles plus résistantes à la variabilité articulatoire (Mantakas, 1989) car leur structure spectrale intrinsèque subirait moins fortement les modifications acoustiques (Schwartz *et al.*, 1989). Surtout, elle renforcerait la stabilité acoustique des voyelles (Schwartz et Escudier, 1989), assurant une mémorisation à plus long terme (Schwartz, 1987 ; Karypidis, 2010). Le renforcement énergétique résultant du rapprochement entre formants est donc utilisé par une majorité d'auditeurs comme indice d'une meilleure stabilité perceptive des voyelles concernées (Schwartz, 1987 ; Vallée *et al.*, 1991 ; Vallée, 1994 ; Schwartz *et al.*, 1997c ; Schwartz *et al.*, 2005). C'est par exemple le cas pour la discrimination des voyelles de la paire /i/~y/ du français (Schwartz *et al.*, 1989). Bien que l'effet de saillance perceptive des voyelles focales ait été démontré, les processus de traitement perceptif faisant d'elle un support informationnel pour la discrimination dans un contraste donné ne sont pas encore clairement identifiés. Les travaux de Schwartz *et al.* (2005) et de Karypidis (2010) tendent à favoriser l'hypothèse d'une compétence issue d'une acquisition rapide et précoce plutôt que résultant d'un savoir inné. Karypidis (*ibid.*) a trouvé une grande variabilité de réponses chez les sujets d'une même langue soumis à une tâche de discrimination auditive de paires de voyelles, suggérant par conséquent que l'information de saillance perceptive ne relèverait pas d'une tendance universelle. Par le biais d'une étude interlangue, il a en effet rapporté que, pour une même paire de voyelles, les locuteurs de langues différentes ne présentent pas une aptitude égale à discriminer la voyelle considérée comme focale. En raison de l'importante variabilité phonétique inhérente à la parole et du fait que la focalisation concerne la distance entre pics d'intensité d'un même spectre acoustique, Karypidis (*ibid.*) a aussi suggéré l'intérêt de conduire des analyses complémentaires sur les réalisations d'un sujet donné et d'une catégorie donnée.

Pour observer le phénomène de convergence formantique en français et en italien, les valeurs formantiques moyennes (exprimées en Hertz) extraites des études précitées ont été utilisées pour un calcul de mesure de distance entre formants. Les mesures initiales sont soumises Annexe II et les distances entre formants sont proposées dans la Table II.1 et dans la Table II.2. Parmi les données à notre disposition, seul Calliope (1989) renseigne les valeurs de F₄, limitant les observations comparatives dans cette section. Précisons à nouveau que ces comparaisons sont de type informatif puisque, nous l'avons déjà précisé, les valeurs fréquentielles dépendent entre autres des dispositifs expérimentaux.

Français					Italien						

Français				Italien			
				</			

- Pour /i/ français, la Table II.1 montre qu'une convergence formantique est observée au niveau de F_3 et F_4 , avec une mesure de distance de près de 430 Hz pour les locuteurs et 600 Hz pour les locutrices dans les travaux de Calliope (1989). D'autres études explorant les distances entre formants successifs ont mis en évidence ce rapprochement (Liénard, 1977 ; Calliope, 1989 ; Vallée, 1994 ; Schwartz *et al.*, 1997c), qui a été relié à la taille minimale de la cavité antérieure (Vaissière, 2006). La distance entre ces formants a été établie le plus souvent à près de 700 Hz (Gendrot *et al.*, 2008 ; Vaissière, 2011 ; Georgeton *et al.*, 2012). L'étude de Gendrot *et al.* (2008) sur les productions de locuteurs de sexe masculin indique une distance plus importante entre les formants supérieurs de /i/ italien ($F_4 - F_3 = 895$ Hz) qu'entre ceux de /i/ français ($F_4 - F_3 = 646$ Hz). Les auteurs ne renseignent pas davantage sur les écarts entre formants pour /i/ italien, mais Ferrero *et al.* (1995) ont montré une dizaine d'années plus tôt que /i/ italien est focal, avec un écart formantique entre F_2 et F_3 de 650 Hz, résultat qui expliquerait pourquoi Gendrot *et al.* (2008) ont relevé une distance moindre au niveau de F_3/F_4 dans les réalisations de /i/ italien.
- Pour les voyelles postérieures /u o ɔ/, comme montré dans la Table II.1, le pic d'énergie spectral se trouve en F_1/F_2 en français (Liénard, 1977 ; Calliope, 1989 ; Vaissière, 2006 ; Georgeton *et al.*, 2012) comme en italien (Ferrero, 1992 ; Ferrero *et al.*, 1995). Les études s'intéressant aux rapprochements entre F_1 et F_2 pour les voyelles /u o ɔ/ du français rapportent des valeurs autour de 500 Hz (Gendrot *et al.*, 2008). La Table II.1 montre que les distances peuvent s'échelonner de 300 Hz à presque 800 Hz en français. Pour l'italien, Ferrero (1968 ; 1992) a trouvé des valeurs autour de 300 et 400 Hz, mais Cosi *et al.* (1995) ont trouvé une distance F_1/F_2 de 500 Hz. Pour les productions de locutrices, les valeurs la Table II.1 s'échelonner de 400 à 800 Hz en français, et de 400 à près de 550 Hz en italien. La Table II.1 met en avant pour /u o ɔ/ des distances moyennes entre F_1 et F_2 plus élevées dans Gendrot et Adda-Decker (2005) que celles rapportées dans le reste de la littérature, résultat conditionné par le type de parole observée : de la parole journalistique. Ce résultat est à rapprocher de celui trouvé pour Léon et Maturi (1995) qui ont également étudié les valeurs de formants vocaliques à partir de parole journalistique. La mesure d'écart calculée à partir des valeurs moyennes qu'ils livrent pour F_1 et F_2 dans leur publication est également plus élevée que celles trouvées pour les autres travaux sur l'italien. De fait, les résultats pour l'italien et le français suggèrent que, pour les voyelles postérieures, le rapprochement entre formants est moindre en français qu'en italien.
- Pour la voyelle /y/, le rapprochement formantique est situé entre F_2 et F_3 (Vaissière, 2007 ; Gendrot *et al.*, 2008 ; Georgeton *et al.*, 2012). Selon les résultats d'études, la distance mesurée entre ces deux formants s'échelonne de 400 Hz (Calliope, 1989) à 600 Hz (Gendrot *et al.*, 2008) pour les locuteurs et de 500 Hz (Georgeton *et al.*, 2012) à presque 700 Hz pour les locutrices (Gendrot et Adda-Decker, 2005). La convergence semble principalement résulter de l'abaissement de F_3 (*ibidem*). Gendrot *et al.* (2008) ont à ce sujet montré qu'elle est plus compacte en français que dans six autres langues, parmi lesquelles l'italien. Étant donné l'utilisation d'une voyelle antérieure de même aperture en français mais pas en italien dans le système vocalique, la différence relevée sur la localisation de la convergence formantique pour /i/ italien et /i/ français renforce cette hypothèse du rôle de la convergence formantique pour la perception de sons acoustiquement proches. Concernant les voyelles antérieures arrondies fermée /ø/ et mi-fermée /œ/ présentes en français mais absentes en italien, les résultats rapportés dans la Table II.1 prolongent ceux

de Vallée (1994) et Vaissière (2006). Ces voyelles ne montrent pas de réelle convergence formantique. Quoique Vallée (1994) a montré que ce résultat puisse être discuté pour /ø/ (et comme observé dans la Table II.1 : pour les locuteurs, une différence de distance entre certaines paires de formants successifs est trouvée supérieure à 150 Hz), les distances entre formants successifs (F_1/F_2 , F_2/F_3 et F_3/F_4) sont pratiquement égales pour /æ/ (ce qui est trouvé de façon très nette par Calliope (1989), mais aussi par Gendrot et Adda-Decker (2005) mais pas par Romano (non publié)) . Les écarts entre formants sont équidistants pour schwa (*ibid.*).

- Les voyelles /i y u o ɔ a/ comportent le phénomène de focalisation formantique. Ferrero (*ibid.*) a trouvé que la distance entre F_2 et F_3 est toujours trouvée supérieure à 3.5 Bark pour les voyelles antérieures tandis qu'elle est toujours trouvée inférieure à ce seuil pour les voyelles postérieures.

Toutes ces observations rappellent combien les langues présentent des variations phonético-phonologiques importantes. L'italien présente des systèmes vocaliques de 5 à 7 segments selon les variantes régionales, tandis qu'il est possible en français de trouver des systèmes de 7 à 11 voyelles orales selon que le locuteur présente des phénomènes de neutralisation entre voyelles mi-ouvertes et mi-fermées (antérieures d'une part et postérieures d'autre part), mais aussi, de manière plus largement répandue, entre les deux voyelles ouvertes. Cette variabilité impose d'étudier l'interphonologie de l'italien vers le français et son évolution chez des apprenants italophones. Un de nos objectifs est de compléter les données répertoriées dans la littérature, en observant le système vocalique de chaque participant à l'étude. Nous allons donc dans la section suivante présenter la démarche qui nous permettra d'identifier la structure vocalique des sujets italophones impliqués dans nos études de perception (cf. Chapitre III) et de production (cf. Chapitre IV).

II.2 Étude des espaces acoustiques vocaliques de l'italien chez les participants

II.2.1 Objectifs scientifiques et hypothèses

Au vu des différences de systèmes vocaliques entre les variantes régionales de l'italien, il était essentiel de connaître le nombre de voyelles et l'inventaire du système vocalique de la (sous-) variante régionale des sujets recrutés et d'établir leurs dispersions acoustiques, éventuellement en tenant compte des informations diatopiques et en les comparant avec les éléments de la littérature. Les différences et similitudes entre les systèmes vocaliques de la langue maternelle et du français, les *habitus*, compétences et stratégies, sont autant d'impacts sur la perception et la production de la langue étrangère et donc sur la construction et l'évolution de l'interlangue (Bodello, 2001 ; Romano et Bodello, 2002 ; Manco, 2006) : les difficultés et facilités d'apprentissage s'en trouvent modifiées (cf. Chapitre I). Enfin, l'étude fine des réalisations des voyelles de la langue maternelle de chaque sujet a pour but d'assurer la qualité des comparaisons acoustiques interlangues qui vont être menées avec l'étude de production (cf. Chapitre IV) mais encore de vérifier les prédictions autour de l'interphonologie des apprenants du français. Ainsi, trois objectifs se dégagent à partir de notre étude acoustique préliminaire.

- Objectif 1 : L'italien standard est un concept abstrait et il est plus exact de parler de variantes régionales, lesquelles sont directement influencées par les systèmes phonologiques dialectaux (cf. Section II.1). Il importe donc de connaître le nombre de voyelles composant le système vocalique de l'italien régional des sujets recrutés à l'Université de Turin pour nos études en en production. Il s'agit de déterminer le nombre de voyelles dans le système d'un locuteur donné selon la tâche de production à laquelle ce dernier est soumis (systèmes à 5, 6 ou 7 voyelles).
- Objectif 2 : Nous souhaitons observer la répartition des qualités vocaliques dans l'espace acoustique de chaque sujet et comparer la variabilité inter-individus. Nous nous attendons à des aires de recouvrement importantes entre les voyelles mi-fermées et mi-ouvertes (avec une neutralisation de l'opposition entre les voyelles postérieures chez la plupart des locuteurs), et entre les voyelles postérieures fermée et mi-fermée. Nous attendons, du fait de l'absence de voyelles antérieures arrondies /y/ et /ø/ en italien, des dispersions en direction des aires réservées aux voyelles centrales en français.
- Objectif 3 : Nous souhaitons observer le phénomène de rapprochement entre formants à partir du calcul des distances qui les séparent. Notre objectif global est de compléter les données de la littérature pour l'italien et de les comparer à celles concernant le français. À ce titre, nous avons deux objectifs secondaires : d'une part, établir la liste des voyelles qui, dans les productions de chacun des sujets recrutés, présentent un rapprochement entre formants et vérifier leur existence chez l'ensemble des sujets ; d'autre part, comparer pour les voyelles communes à l'italien et au français ces zones de rapprochement formantique.

II.2.2 Matériel et méthode de recueil des données

II.2.2.1 Constitution de la base de données

Suite aux résultats d'une étude préliminaire conduite en 2008 (Cornaz, 2008), nous avons opté pour un protocole de lecture de phrases. Les paradigmes de répétition ou de dénomination d'image ont été écartés. En effet, un paradigme de répétition à haute voix de stimuli entendus au casque binaural s'apparente à une tâche d'imitation (cf. à ce sujet la discussion par Tran, 2011 de ses études de production). La répétition facilite le stockage mnémotechnique d'une forme sonore et renforce la compétence de reconnaissance du son. Cependant, la répétition fonctionne selon des processus de récupération de la cible sonore et d'activation immédiate des commandes neuro-motrices utilisées a priori pour la production d'un signal correspondant à cette image sonore (Lhote, 1988). Il n'y a dans ce cas pas forcément d'interprétation phonologique, les données étant prioritairement analysées aux niveaux acoustique et phonétique. Concernant la tâche de dénomination d'images, les possibilités de divergence dans les choix de vocabulaire (cf. Manco, 2006) dues à l'existence de synonymes, d'hyponymes et de l'impact dialectal (Beccaria, 1992 ; Telmon, 1993) nous sont apparues trop élevées pour notre objectif expérimental en phonétique.

Un diaporama comprenant trois tâches de lecture a été conçu. Les phrases-porteuses étaient orthographiées en alphabet latin selon les normes de transcription italiennes.

- **Quatre phrases** plus ou moins complexes au niveau syntaxique ont constitué la première tâche (Tâche 1). Elles contenaient toutes les voyelles de l'italien standard dont des paires minimales pour les voyelles mi-ouvertes et mi-fermées :

« *Bene, Iris e Ugo, ora mangio una bella pesca in oro.* » (« *Bien, Iris et Hugo, maintenant je mange une belle pêche en or.* »)

« *Ho trovato, Iris e Ugo, una bella pesca in oro.* » (« *J'ai trouvé, Iris et Hugo, une belle pêche en or.* »)

« *Bene, Iris e Ugo, ora vado a pesca.* » (« *Bien, Iris et Hugo, maintenant je vais pêcher.* »)

« *Ho fatto una bella pesca, ho trovato un bel pesce in oro.* » (« *J'ai fait une belle pêche, j'ai trouvé un beau poisson en or.* »)

Le corpus de phrases contenait 15 occurrences pour chacun des mots suivants : /peska/, /peska/, /oro/ et /ora/, de manière à recueillir des données sur le statut des voyelles mi-ouvertes et des voyelles mi-fermées chez les sujets. Dans la réalité des parlers, rappelons que les variations sont fréquentes et certains locuteurs utilisent un système à cinq, six ou sept voyelles, neutralisant une ou plusieurs oppositions phonologiques (cf. Section II.1). Le mot « pesca » (< la pêche >) a été notamment retenu pour l'opposition phonologique /e/~ε/, la distinction sémantique existant en italien standard selon que la voyelle est prononcée mi-ouverte (< le fruit >) ou mi-fermée (< l'activité >). Dans certains systèmes de l'italien, l'archiphonème /O/ dans /ora/ et /oro/ est une variante libre entre les allophones [o] et [ɔ]. Les phrases ont été répétées sept fois dans un ordre aléatoire, totalisant près de 450 réalisations de voyelles (dans notre étude, entre 430 et 499 voyelles selon la phonotactique des locuteurs enregistrés).

- La deuxième tâche contenait le texte *Il vento di tramontana e il sole*⁴⁶ (Tâche 2). Les quatre phrases qui la composaient équivalaient à environ 250 réalisations vocaliques (entre 218 et 263 réalisations selon les sujets). Comme dans la tâche précédente, selon le parler du locuteur, étaient attendues des systèmes possédant de 5 à 7 qualités vocaliques. L'intérêt de cette tâche, par rapport à la précédente, était d'attirer l'attention des locuteurs sur la sémantique, de sorte que celle portée à la production phonétique soit diminuée d'autant.
- La dernière tâche consistait en la lecture de phrases-porteuses du type « *V_i, hai detto V_i, V_i come in CV_i* », avec la consigne d'allonger légèrement la voyelle tonique V, avec V_i = /i e ε a ɔ o u/ (Tâche 3). La diversité des parlers en Italie fait qu'il est difficile de prédire le nombre de voyelles qui compose le

⁴⁶ *La Bise et le Soleil* dans sa version italienne : *Si bisticciavano un giorno il vento di tramontana e il sole, l'uno pretendendo d'esser più forte dell'altro, quando videro un viaggiatore, che veniva innanzi avvolto nel mantello. I due litiganti convennero allora che si sarebbe ritenuto più forte chi fosse riuscito a far sì che il viaggiatore si togliesse il mantello di dosso. Il vento di tramontana cominciò a soffiare con violenza; ma più soffiava, più il viaggiatore si stringeva nel mantello; tanto che alla fine il povero vento dovette desistere dal suo proposito. Il sole allora si mostrò nel cielo; e poco dopo il viaggiatore, che sentiva caldo, si tolse il mantello. E la tramontana fu costretta così a riconoscere che il sole era più forte di lei.*

système tonique de chaque locuteur. Dans un système à 5 voyelles toniques, le système peut être entre autres /i e a o u/ ou /i ε a ɔ u/. Chaque phrase était répétée dix fois en ordre aléatoire. Au final, étaient attendues à travers cette lecture de phrases environ 550 réalisations vocaliques (dans notre étude, entre 537 et 619) et plus précisément 215 réalisations de voyelles isolées (V₁) et 100 en contexte co-articulé (CV₁), le nombre restant correspondant aux voyelles coarticulées non cibles dans [ajdet:o]. Les réalisations des voyelles atones de ce groupe de phonèmes non cibles ont été observées mais non analysées, afin de différencier globalement et visuellement la différence de répartition des voyelles atones et toniques dans l'espace acoustique des sujets pour cette tâche de lecture.

Au total, l'espace acoustique vocalique de chaque locuteur a été évalué à partir de la mesure de plus de 1 000 réalisations vocaliques.

II.2.2.2 Contexte d'investigation et dispositif de recueil des données

L'étude a été menée dans le Piémont italien à l'Université de lettres, de langue et de droit de la ville de Turin, où les sujets étudiaient. 13 locuteurs natifs de l'italien ont participé : 10 femmes et 3 hommes (moyenne d'âge = 23 ± 8 ans, entre 19 et 51 ans). Les locuteurs étaient volontaires et n'ont reçu aucune gratification.

Sujet	Âge	Niveau FLE (oral)	
		auto-évalué (renseigné dans un questionnaire)	évalué par l'enseignante (dyade en classe)
LF1	20	naïf	naïf *
LF7	51	élémentaire	élémentaire **
LF6	20	naïf	élémentaire
LF5	20	élémentaire	indépendant
LF8	20	élémentaire	indépendant
LF9	22	élémentaire	élémentaire
LF3	20	élémentaire	indépendant
LF4	19	naïf	élémentaire
LF10	20	élémentaire	élémentaire
LF2	21	élémentaire	indépendant
LH2	21	naïf	naïf
LH3	24	naïf	naïf
LH1	24	naïf	naïf

* Connaissance active de l'albanais (famille)

** Connaissance passive du piémontais (famille)

Table II.3 Âge et niveau de français des locuteurs italophones.

Les participants étaient assis face à un écran d'ordinateur placé à distance d'environ 40 cm de leur visage. En début de test, la consigne était donnée oralement par l'expérimentateur en langue maternelle (italien) et réapparaissait à l'écran avant chaque tâche de production. La consigne était de « lire à voix haute, lente et distincte » les phrases présentées. À la fin de chaque tâche, une pause était proposée. Avant chaque tâche, les locuteurs étaient entraînés. Les phrases contenaient des consonnes différentes de celles utilisées dans

l'expérience. Il s'agissait de consonnes fricatives ou nasales existant dans les systèmes phonologiques des deux langues en présence. Concernant les voyelles, ont été retenues les voyelles ouvertes et mi-ouvertes existant ou non dans le système vocalique de la langue maternelle du participant (puisque'il existe des systèmes vocaliques sans voyelles mi-ouvertes dans les variantes régionales de l'italien). La durée totale du test (qui comprenait les réponses à un questionnaire socio-linguistique⁴⁷) était au maximum d'une heure.

Les productions ont été enregistrées avec un microphone sur pied AKG C1000S à directivité cardioïde, relié à un enregistreur numérique portable Marantz PMD 670, PMD 671, TASCAM D1-P1 ou DR 100⁴⁸ (Figure II.15). La parole était enregistrée à une fréquence d'échantillonnage de 44.1 kHz et sauvegardée au format WAV. Les enregistrements étaient effectués dans un lieu calme : salle de réunion, chambre sourde, salle de classe ou laboratoire de langue multimédia. Le corpus est disponible dans la base de données SLDR⁴⁹ (numéro 000894).



Figure II.15 Enregistrement d'un sujet au LFSAG à Turin, Italie.

II.2.2.3 Traitement des données

Les signaux de parole ont été segmentés et étiquetés semi-automatiquement sous *SPPAS 1.4*⁵⁰ (Bigi, 2010 ; 2012 ; 2010-2014 ; Bigi et Hirst, 2012). Les frontières entre unités sonores de parole sont placées automatiquement à partir de la détection des pauses (segmentées et étiquetées manuellement), du nombre d'unités à découper (fournies sous forme de TextGrid avant le lancement de la procédure automatique) (Figure II.16).⁵¹

⁴⁷ Le questionnaire sociolinguistique présenté aux candidats à l'expérience est semblable à celui annexé au manuscrit de thèse et correspondant à l'étude en perception (Annexe VII).

⁴⁸ Plusieurs types d'enregistreurs ont été utilisés en raison de contraintes de modalités d'utilisation des locaux. Plusieurs locuteurs étaient enregistrés en parallèle.

⁴⁹ *Speech and Language Data Repository*, <http://www.sldr.org>

⁵⁰ Acronyme de *SPeech Phonetization Alignment and Syllabification*.

⁵¹ SPPAS a permis de découper et d'étiqueter environ 20 000 voyelles, car il a pris en compte les voyelles extérieures aux phrases porteuses, par exemple celles contenues dans les tâches d'entraînement et dans les numéros de phrases. Seules les voyelles testées ont été analysées (et ce, même si, pour la tâche 3, les voyelles atones sont représentées sur les figures ci-après).

Pour segmenter les phonèmes, SPPAS exploite la phonétisation du dictionnaire, permettant la proposition de variantes pour chaque entrée considérée plutôt qu'une proposition normative. L'alignement automatique a été vérifié manuellement pour les phrases à voyelles tenues (tâche 3), soit sur 25 % des données, et Cornaz, Bigi et Granjon (soumis) ont montré que les valeurs moyennes de formants ne diffèrent pas selon que le découpage des voyelles dans le texte lu (tâche 1) a été manuel ou automatique. Les voyelles ont ensuite été annotées manuellement comme étant toniques ou atones.

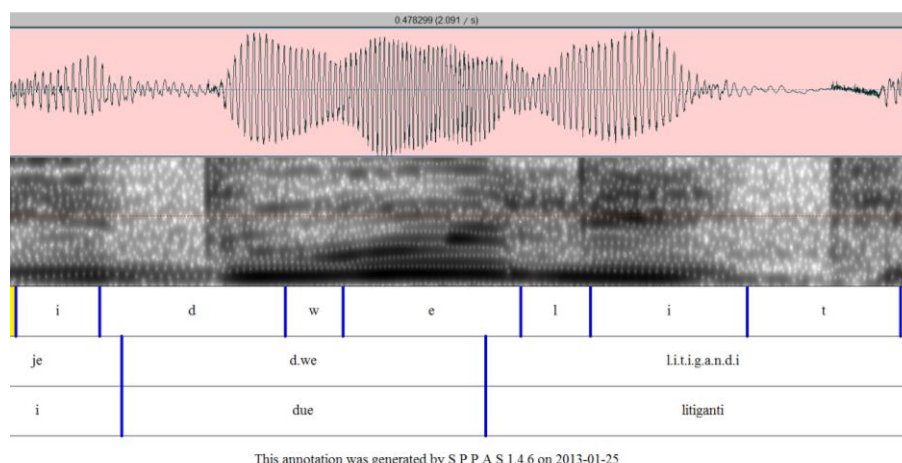


Figure II.16 Alignement et étiquetage du groupe nominal [idwelitigandi] (<i due litiganti>) obtenu avec le logiciel SPPAS, et édité sous Praat 5.3.14.

Les mesures automatiques des quatre premières fréquences de résonance F_1 , F_2 , F_3 , F_4 des voyelles /i e a o u/ sur les signaux audio rééchantillonnés à 11 kHz ont été effectuées avec les logiciels *Praat 5.3.14* (Boersma et Weenink, 2009) et *MATLAB 8.0* à partir de la moyenne des valeurs de formants relevées sur cinq points de la partie segmentée et étiquetée, 12 %, 25 %, 50 %, 75 %, 88 % (en raison de l'évolution temporelle des zones formantiques pour la distinction des voyelles, cf. Fox, 1989 ; Sawusch, 1996 ; pour plus d'explications sur ce choix, cf. Harst, 2011). L'analyse formantique automatique est basée sur la technique de prédiction linéaire par auto-corrélation (*Linear Predictive Coding*, LPC)⁵². Les valeurs de formants ont été vérifiées manuellement pour la majorité des données. Les voyelles /i/ et /u/ coarticulées aux approximantes [j] et [w] ont été exclues des observations en raison de valeurs de formants très différentes de celles trouvées habituellement pour ces voyelles, résultant notamment d'un contraste non-saillant pour l'analyse automatique dû à une assimilation progressive de degré d'aperture (pour plus d'informations sur le sujet, se référer à Babini, 1997). De plus, pour ces voyelles, la réduction de leur durée complique l'analyse automatique des valeurs formantiques, la zone de stabilité formantique à mesurer étant difficile à repérer (voir par exemple Lindblom (1963, 1990b), Harmegnies et Poch-Olivé (1992), Van Son (1993), Savy et Cutugno (1997), Gendrot et Adda-Decker (2005, 2007, 2010 pour le phénomène de réduction vocalique).

⁵² L'algorithme LPC fonctionne sur une estimation des valeurs de formants dans le cadre de la théorie source-filtre linéaire (Atal et Schroeder, 1974). Le nombre de pôles a été défini pour un premier filtre à 9, 11 et 13 en fonction des voyelles. Un deuxième filtre des valeurs de formants a été effectué à partir des valeurs moyennes des réalisations pour chaque sujet.

Pour observer les systèmes vocaliques des 13 sujets italophones, les valeurs moyennes et les écarts types des quatre premiers formants F_1 , F_2 , F_3 , F_4 ont été calculées pour chaque réalisation de voyelles, puis projetées sur deux espaces à deux dimensions F_1/F_2 et F_2/F_3 selon une échelle linéaire exprimée en Hertz. Les projections dans le plan F_1/F_2 et F_2/F_3 sont présentées Annexe IV. Les réalisations sont représentées avec un contour d'aires tracé à 75 % pour chaque ensemble de valeurs pour une voyelle et sous forme d'ellipses équiprobables de dispersion, sous l'hypothèse d'une distribution gaussienne des données⁵³. Pour chaque nuage de dispersion, 95 % des réalisations sont représentées. Les valeurs moyennes de F_1 , F_2 , F_3 , F_4 ont été mesurées pour les trois tâches de production. Les voyelles atones et voyelles toniques sont observées séparément afin de mieux caractériser l'effet de l'accent sur les valeurs formantiques (cf. Section II.2.3).

Pour chaque réalisation phonétique des voyelles, une mesure d'écarts de valeurs entre formants successifs F_1 et F_2 , F_2 et F_3 , F_3 et F_4 a été calculée. Les distances ont été mesurées en Hz afin de comparer aux données de la littérature, ainsi qu'en Bark afin de vérifier le seuil de 3.5 Bark pour les voyelles observées focales dans la littérature. Pour ce faire, pour chaque réalisation vocalique, la moyenne de la distance a été convertie en Bark sous Excel à partir des Hertz, selon la formule $f_{\text{bark}} = 7 \text{ ASINH} (\text{FHz} / 650)$. Cette formule a été proposée par Schroeder (1977), Schroeder, Atal et Hall (1979).⁵⁴ Une mesure d'écarts de valeurs entre formants a suivi.

Les résultats sont présentés dans la section suivante. Nous nous intéressons d'une part, aux systèmes vocaliques de l'italien langue maternelle chez les participants et d'autre part, à la convergence formantique dans les réalisations vocaliques de certaines voyelles.

II.3 Résultats

II.3.1 À propos des systèmes vocaliques

Les résultats sont présentés séparément pour chaque tâche de production : phrases lues, texte lu et voyelles tenues.

II.3.1.1 Phrases lues : tâche 1

Les résultats pour les voyelles toniques sont présentés Figure II.17 à Figure II.21 ci-dessous dans le plan F_1/F_2 (pour F_2/F_3 et les valeurs moyennes de formants F_1 F_2 F_3 F_4 , cf. Annexe IV). Concernant les voyelles atones,

⁵³ Ferrero *et al.* (1995) expliquent que ce procédé revient à supposer que 75 % des valeurs d'une population donnée sont à l'intérieur du périmètre ellipsoïde. Ils précisent que l'orientation et la taille de l'ellipse dépendent de la corrélation entre les deux coordonnées formantiques définies en amont mais aussi de la taille de la déviation standard de chacune de ces coordonnées. Dans le cas où la corrélation est nulle et où les déviations standard sont égales, alors l'ellipse prend l'apparence d'un cercle.

⁵⁴ Elle est également connue sous la forme $f_{\text{bark}} = 7 \log ([\text{FHz} / 650] + \sqrt{[(\text{FHz} / 650)^2 + 1]})$ (cf. Vallée, 1994). Il existe d'autres formules de conversion des valeurs de fréquences en Bark, par exemple celle de Traunmüller (1990) : $f_{\text{bark}} = [26,81\text{FHz} / (1960 + \text{FHz})] - 0,53$.

/e ε ɔ/ sont trop peu représentées dans la tâche de lecture pour être observées correctement. La voyelle /u/ en situation atone n'apparaît jamais dans le corpus. La locutrice LF9 (cf. Figure II.18 ci-après) est la seule à produire les voyelles atones /e ε/ et /ɔ/ sur une durée suffisante pour une détection formantique automatique correcte⁵⁵.

La Figure II.17 montre les espaces vocaliques des locutrices LF1, LF5, LF6 et LF7. Leur système vocalique présente un recouvrement des dispersions de /o/ et /ɔ/.

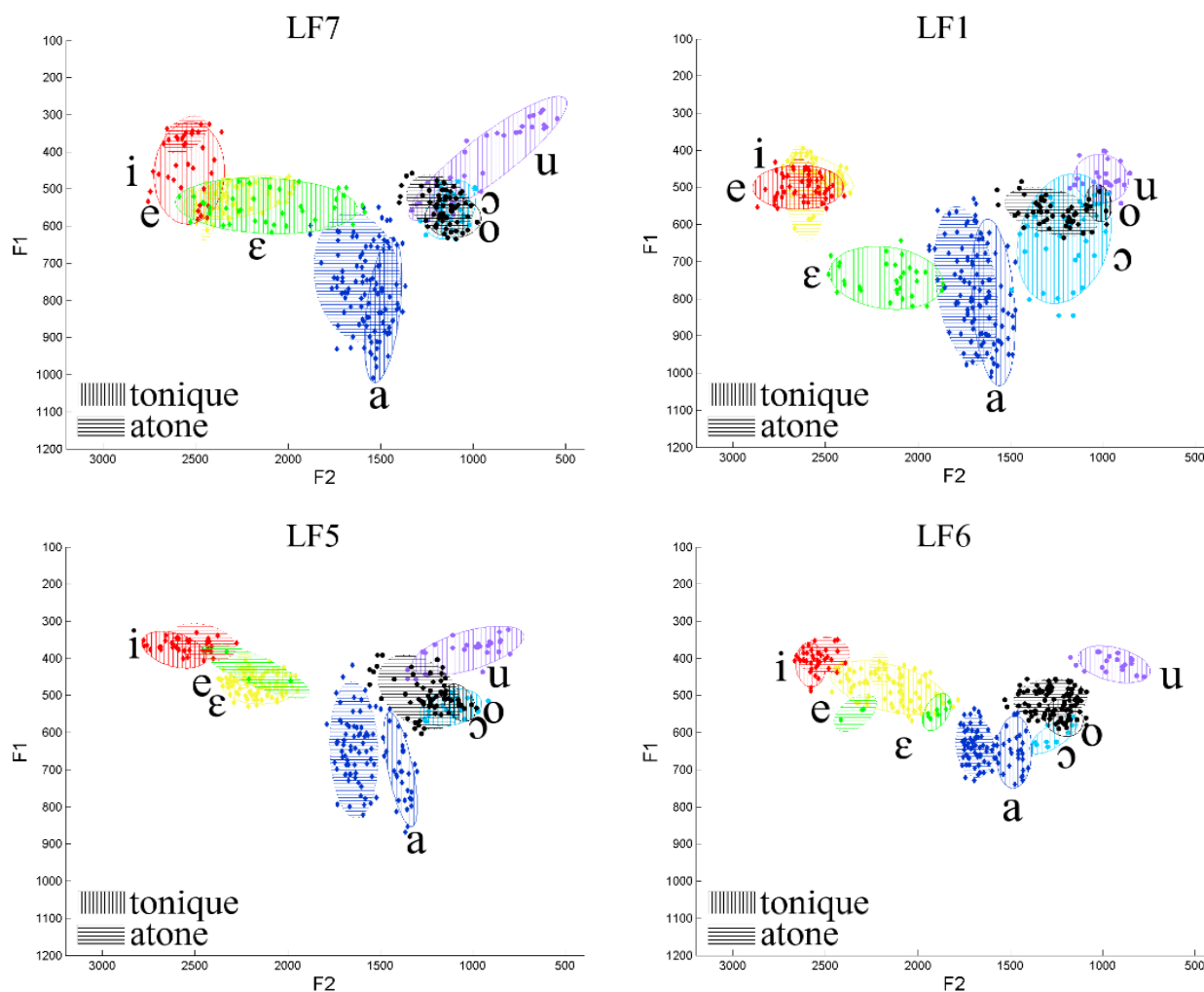


Figure II.17 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 5 voyelles, mesurés à partir du corpus de phases lues, pour les locutrices italophones LF1, LF5, LF6 et LF7.

Chez LF1 par exemple, la zone de dispersion de /o/ est complètement recouverte par celle de /ɔ/, laquelle présente une importante variabilité en F_1 , F_2 et F_3 . On observe aussi chez LF7 et LF6 des ellipses de dispersion communes pour les voyelles /e/ et /ε/. Chez LF7 par exemple, les dispersions des voyelles mi-ouvertes se superposent aux aires acoustiques des voyelles mi-fermées. LF6 présente une ellipse de taille réduite pour /ε/, et, quoiqu'en F_1/F_2 elle se distingue de l'aire de réalisation de /e/, en F_2/F_3 , il y a recouvrement de la zone de /ε/ par celle de /e/. On

⁵⁵ La répartition des voyelles atones dans l'espace acoustique des sujets nous intéressait moins que celle des voyelles toniques pour la suite des travaux présentés dans ce manuscrit. C'est pourquoi, les valeurs des quatre premiers formants des voyelles atones n'ont pas été relevées manuellement et ne sont pas utilisées pour les observations qui suivent dans le chapitre II.

ne trouve pas de dispersion pour la voyelle / ϵ / chez LF6, suggérant une neutralisation de l'opposition / $e/\sim/\epsilon/$. Seulement 2 occurrences de [ϵ] sont relevées, mais 100 réalisations de [e] chez cette locutrice. Chez LF1 est observé un recouvrement de l'aire de réalisation de / $e/$ par celle de / $i/$, les productions de / $i/$ présentant des valeurs élevées pour F_1 et les réalisations de / $e/$ présentant des valeurs basses pour F_2 . On trouve de plus en F_2 une grande variabilité de réalisations pour ces deux voyelles. Les ellipses de dispersion de / $i/$ et / $u/$ sont vastes chez LF7 et occupent une partie des espaces de réalisation attendus pour / $e/$ et pour / $o/$, suggérant une tendance à la centralisation de / $u/$. Ce phénomène est observé également chez LF6. De plus, chez les sujets (excepté LF6), l'ellipse de réalisation de / $a/$ occupe une zone large en F_1 . L'ensemble de ces observations suggère que les systèmes présentés Figure II.17 possèdent 5 qualités vocaliques, avec la probable neutralisation des oppositions d'une part, entre voyelles antérieure mi-ouverte et antérieure mi-fermée et d'autre part, entre voyelles postérieure mi-ouverte et postérieure mi-fermée.

La Figure II.18 montre les espaces acoustiques vocaliques de LF3, LF4, LF8 et LF9.

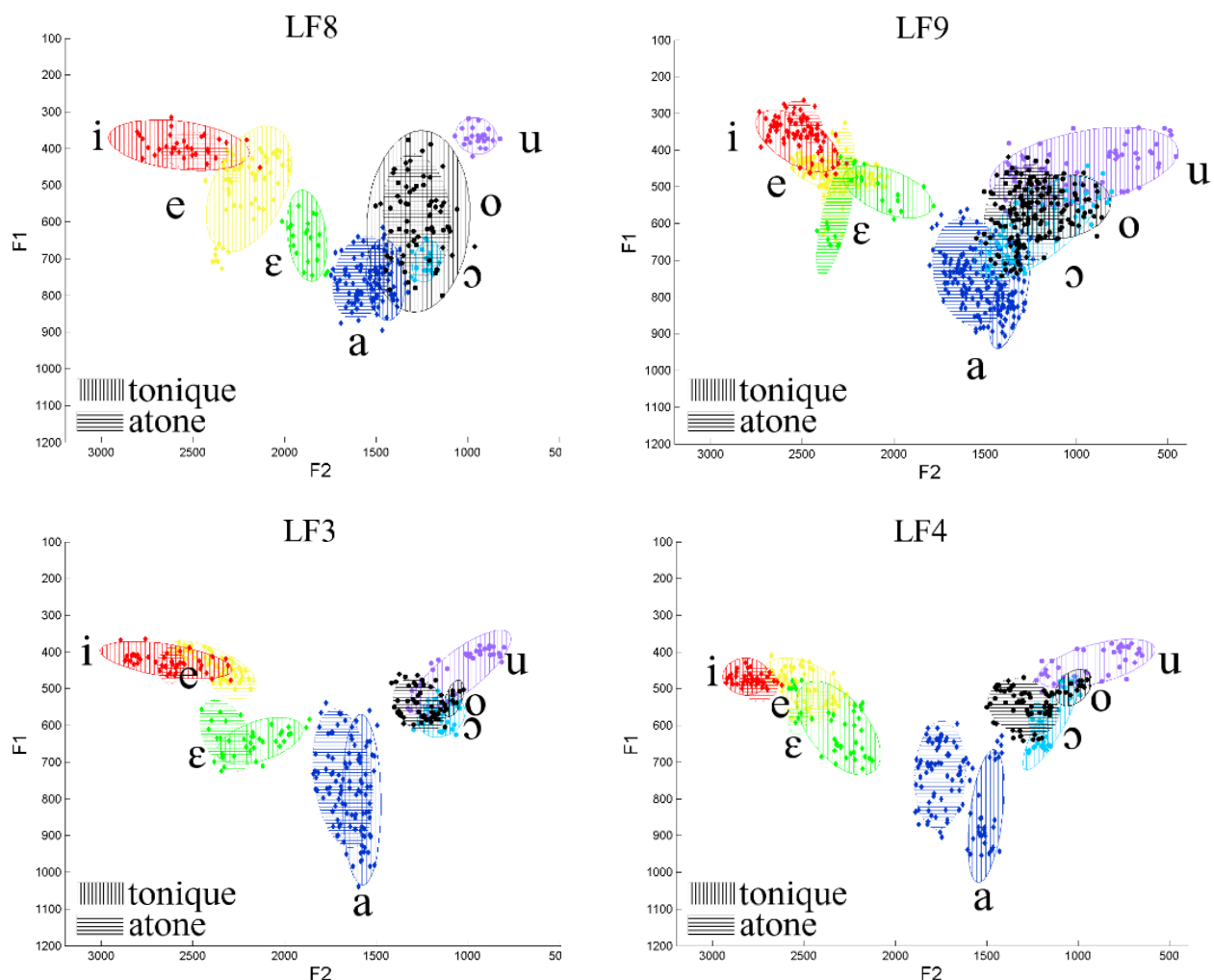


Figure II.18 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 6 voyelles, mesurés à partir du corpus de phases lues, pour les locutrices italophones LF3, LF4, LF8 et LF9.

Ceux-ci présentent des recouvrements des ellipses de dispersions des voyelles postérieures mi-fermée et mi-ouverte où les nuages de points des voyelles antérieures mi-fermée et mi-ouverte sont soit distincts soit

partiellement recouverts mais avec des centres de gravité éloignés. Plus particulièrement, LF8 réalise des occurrences de /o/ sur l'aire attendue pour /ɔ/. Chez LF9, l'aire de /ɔ/ englobe celle de /o/. La grande variabilité en F_2 pour les voyelles toniques postérieures fermée et mi-fermée produites par cette locutrice suggère une tendance à la centralisation de ces voyelles. Les ellipses de dispersion correspondantes aux autres qualités vocaliques se superposent peu. Chez LF8 par exemple, les ellipses de dispersion de /e/ et /ɛ/ sont distinctes, suggérant l'existence d'une opposition /e/~ɛ/ maintenue. On remarque cependant une variabilité importante en F_1 pour l'aire de dispersion de /i/ et également pour la zone de réalisation de /e/ en F_2 . LF9 montre une superposition partielle des ellipses de dispersion des voyelles antérieures mi-fermée et mi-ouverte, avec une tendance à la fermeture pour les réalisations correspondant à /ɛ/. Un recouvrement est observé entre les productions de /a/ et de /ɔ/ chez cette locutrice. On observe également une variabilité de réalisation pour /i/ et /u/ allant jusqu'à recouvrir partiellement les ellipses de dispersion acoustique des voyelles mi-ouvertes /e/ et /o/. Seul LF8 présente une ellipse sans recouvrement pour /u/, l'aire étant particulièrement restreinte comparativement aux cas des autres sujets LF3, LF4 et LF9. De la même manière, on trouve chez LF3 une faible variation pour /o/ en F_1 , ce qui le différencie sur ce plan des autres sujets. Ces observations suggèrent pour ces locutrices un système phonologique à 6 qualités vocaliques, avec la probable neutralisation de l'opposition /o/~ɔ/ et le maintien d'une distinction entre voyelles antérieures mi-fermée et mi-ouverte (contrairement aux productions observées Figure II.17).

La Figure II.19 regroupe les espaces acoustiques de LF2 et LF10, qui présentent un recouvrement partiel au niveau des ellipses de dispersion des voyelles /o/ et /ɔ/ en F_1/F_2 .

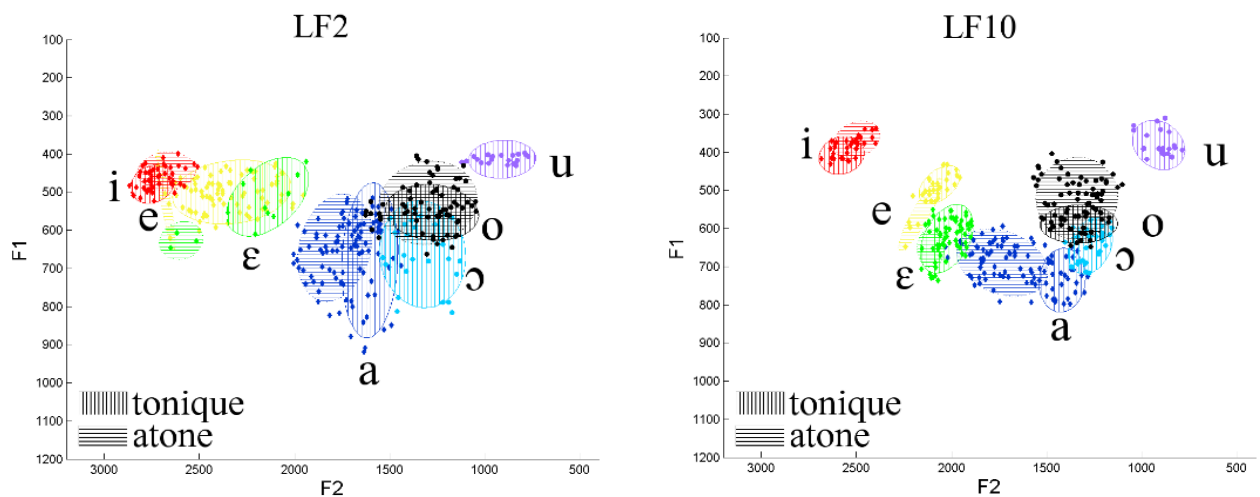


Figure II.19 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 7 voyelles, mesurés à partir du corpus de phases lues, pour les locutrices italophones LF2 et LF10.

Dans le plan F_2/F_3 , la superposition des ellipses de dispersion pour ces voyelles est presque totale. Chez LF10, l'ellipse de /o/ est plus centrale que celle de /ɔ/, /o/ présentant une variabilité importante en F_2 . Chez LF2, la zone de dispersion de /ɔ/ est bien plus large que celle observée chez LF10 et les ellipses de dispersion des voyelles antérieures mi-fermée et mi-ouverte sont globalement plus fermées que celles produites par LF10. Également, l'aire de dispersion de /ɛ/ chez LF2 ne recouvre que partiellement la zone acoustique de /e/, suggérant

des réalisations articulatoires différentes pour /ε/. L'ensemble de ces observations met en évidence dans la tâche phrases lues un usage chez LF2 et LF10 de 7 qualités vocaliques dans le système tonique.

La Figure II.20 présente deux espaces acoustiques vocaliques dans lesquels les ellipses de dispersion des voyelles postérieures mi-fermée et mi-ouverte présentent des chevauchements totaux. Les centres de gravité des ellipses de dispersion des voyelles postérieures mi-fermée et mi-ouverte sont relativement proches en F_1 , F_2 et F_3 chez les deux sujets, ce qui semble confirmer une tendance à la neutralisation de l'opposition /o/~ɔ/. Chez ces deux locuteurs, les zones acoustiques correspondant aux réalisations des deux voyelles antérieures /e/ et /ε/ montrent des recouvrements partiels entre elles. En F_1 , une variabilité importante de /o/ est observée : l'ellipse de dispersion s'étend dans les zones de /u/ et /ɔ/. En F_3 , on remarque le même processus pour /u/ chez le locuteur LH3, ce qui montre une tendance possible de réalisation plus centrale de la voyelle. Chez LH2, les nuages de points des voyelles mi-ouvertes sont étendus en F_1 , indiquant une importante variabilité sur cette dimension. On note pour les voyelles mi-ouverte et mi-fermée produites par ce locuteur des ellipses de dispersion larges en F_2 avec une tendance à recouvrir les aires réservées en français aux voyelles centrales. Il se dégage de ces analyses un espace acoustique à 6 qualités vocaliques, suggérant une neutralisation de l'opposition /o/~ɔ/.

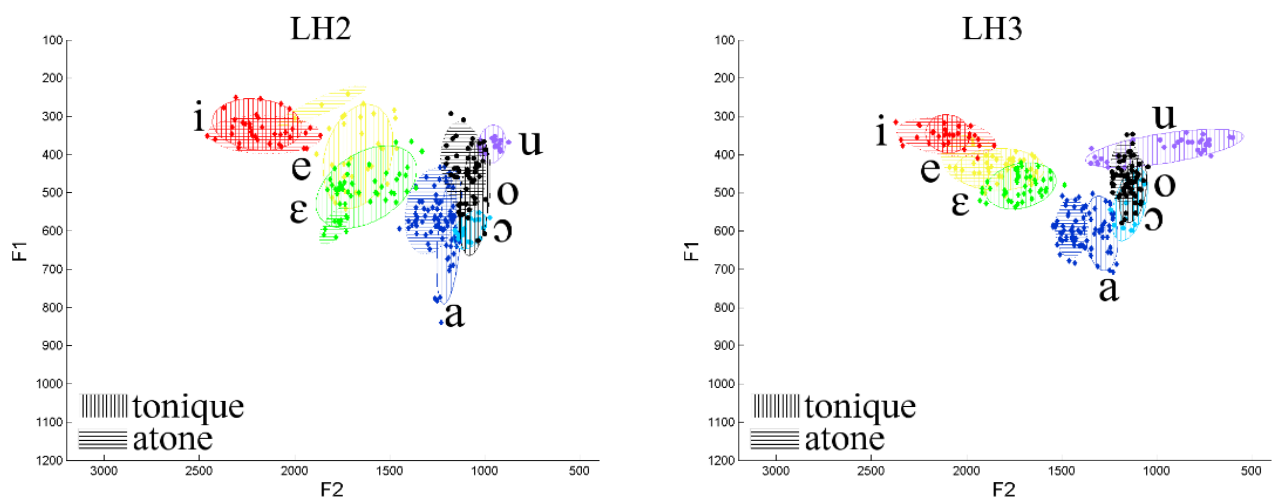


Figure II.20 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 6 voyelles, mesurés à partir du corpus de phases lues, pour les locuteurs italophones LH2 et LH3.

La Figure II.21 présente un espace acoustique avec peu de recouvrement entre les ellipses de dispersion. Le nombre d'ellipses suggère l'usage d'un système maximal en italien standard. Les ellipses de dispersion des voyelles toniques se distinguent bien les unes des autres chez LH1. Les ellipses de /o/ et /ɔ/ se recouvrent toutefois légèrement dans le plan F_2/F_3 (cf. Annexe IV), possiblement en raison de la forte variabilité observée en F_1 et surtout en F_2 pour les réalisations de /u/. Toutes les autres ellipses de dispersion, en particulier des voyelles antérieures, présentent une variabilité moindre en F_1 et F_2 . On trouve également une zone de dispersion faible pour les réalisations de /a/. On relève enfin pour les réalisations de /i/ une importante variabilité en F_3 .

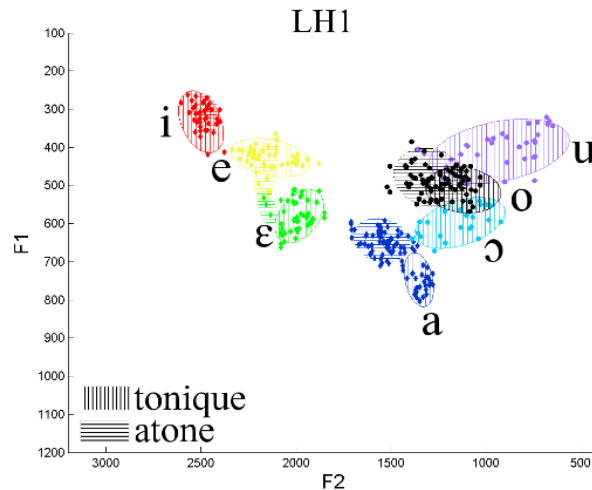


Figure II.21 Espace acoustique F_1/F_2 à 7 voyelles, mesuré à partir du corpus de phases lues, pour le locuteur italophone LH1.

II.3.1.2 Texte lu : Tâche 2

Dans le texte lu *La tramontana e il sole* (tâche 2), 11 occurrences de /u/ jalonnent le texte s'il est lu en italien standard. Parmi celles-ci, la moitié se trouve en syllabes atones. C'est par exemple le cas dans [unɟ] (<un>) ou dans [riuʃito] (<réussi>). Lorsque le texte est lu par les sujets, certains [u] de syllabes toniques disparaissent au profit de la semi-voyelle [w] devant voyelle. Le mot [suo] (<son>, pronom possessif) devient [swo], [due] (<deux>) devient [dwe]. Dans des cas où la syllabe atone finale d'un mot se termine par [u] et la syllabe tonique du mot suivant commence par [u], certains sujets élident le deuxième [u]. On trouve [uno] (<un>) prononcé sous la forme [no] (Cornaz, Bigi et Granjon, soumis). À cela vient s'ajouter la perte de données résultante des traitements et analyses automatiques mais aussi de la représentation de 95% des réalisations et des ellipses tracées à 75 %. De ces faits, la voyelle postérieure fermée /u/ n'a pu être mise en évidence dans les diagrammes des sujets présentant leurs systèmes vocaliques dans la tâche du texte lu. Cependant, la voyelle existe bien dans le système phonologique de chaque sujet (cf. section précédente II.3.1.2), d'où l'intérêt d'un protocole en trois tâches de production.

À partir du texte lu *Il vento di tramontana e il sole*, la réalisation des voyelles mi-fermées et mi-ouvertes est observée. Le nombre de catégories vocaliques en situation tonique et en situation atone est également comparé. Les résultats sont présentés Figure II.22 à Figure II.27 (voir aussi Annexe IV pour les plans F_2/F_3). Du fait de la lecture d'un texte porteur de sens, nous nous attendons à moins de contrôle articulaire de la part des sujets dans cette tâche 2 et ainsi, à trouver une variabilité et des recouvrements entre ellipses de dispersion beaucoup plus importants que dans les phrases lues.

La Figure II.22 présente les espaces acoustiques vocaliques de LF1, LF6, LF7, LF8 et LF9 pour lesquels les ellipses des voyelles antérieures mi-ouverte /ɛ/ et mi-fermée /e/ d'une part et postérieures mi-ouverte /ɔ/ et mi-fermée /o/ d'autre part se recouvrent largement, suggérant l'usage d'un système tonique à 5 voyelles. Ce résultat avait déjà été trouvé pour les sujets LF1, LF6 et LF7 dans la tâche de phrases lues (ainsi que pour le sujet LF5 qui utilise un système à 6 traits vocaliques dans la tâche du texte lu).

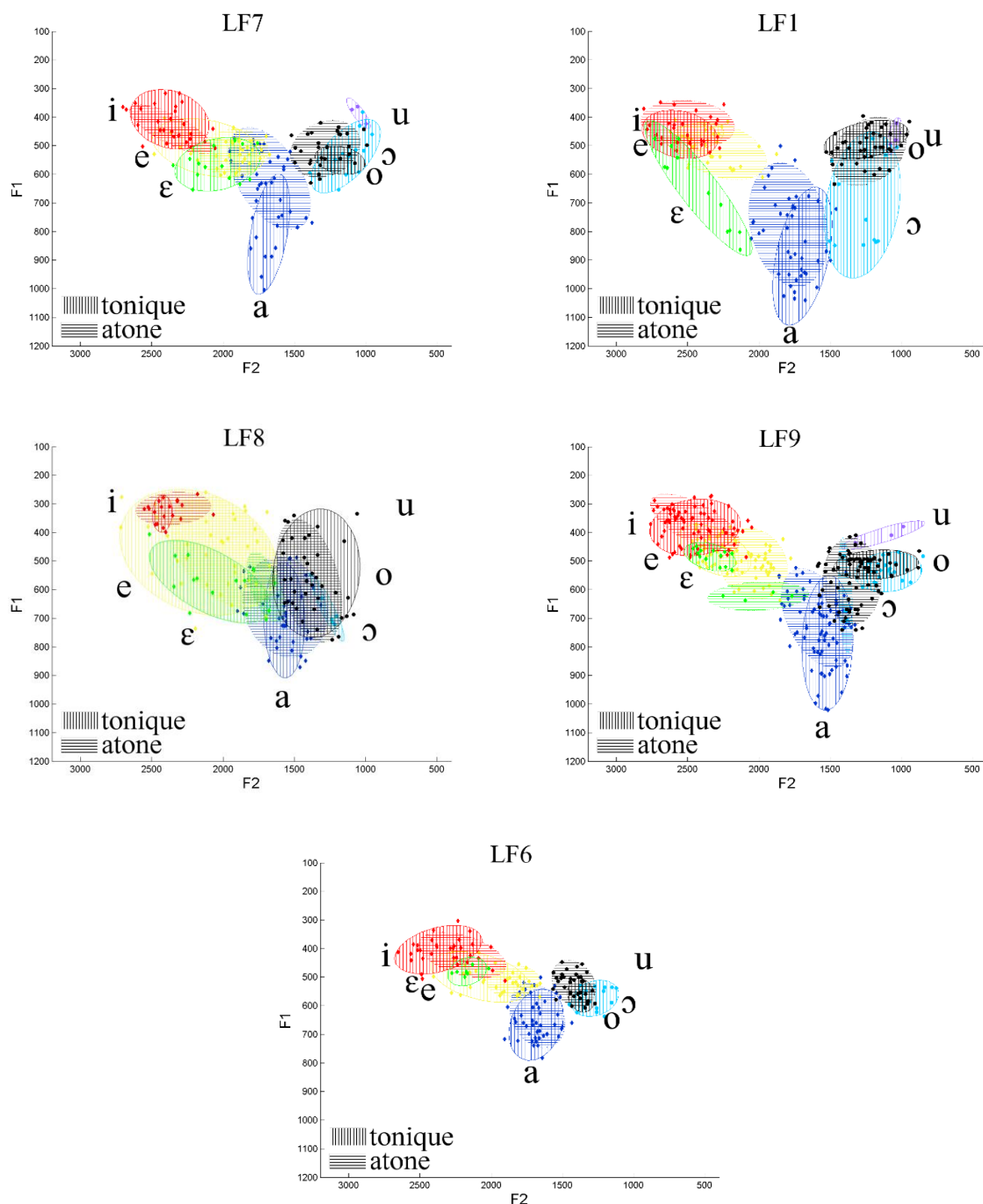


Figure II.22 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 5 voyelles, mesurés à partir du corpus du texte lu, pour les locutrices italophones LF1, LF6, LF7, LF8 et LF9.

La distinction entre les voyelles /e/ et /ε/ relevée dans la tâche de phrases lues dans les productions des sujets LF8 et LF9 n'est pas retrouvée dans la tâche du texte lu. Concernant les voyelles mi-fermées et mi-ouvertes

antérieures /e ε/ d'un côté et postérieures /o ɔ/ d'un autre côté, on relève d'ailleurs chez LF7 des valeurs moyennes de F_1 et F_2 sensiblement égales. Les locutrices LF7 et LF1 ont un nombre égal de catégories vocaliques dans les tâches des phrases lues et du texte lu. Contrairement à ce qui a été observé dans la tâche de phrases lues pour LF8 et LF9 (ellipses distinctes pour les voyelles antérieures mi-fermée et mi-ouverte), dans la tâche du texte lu, est observé un recouvrement total de l'aire de dispersion de /ε/ par l'aire de réalisation de /e/. Chez LF1, la variabilité de réalisations pour chaque catégorie est beaucoup plus importante dans le texte lu que dans les phrases lues, notamment pour les voyelles d'aperture moyenne, résultat probablement lié au traitement sémantique qui accompagne une lecture de texte.

On note chez LF7 pour /ε/ et chez LF1 pour /ɔ/ une zone de dispersion s'étendant dans la zone centrale de l'espace acoustique, suggérant des réalisations moins périphériques pour ces voyelles dans le texte lu que dans les phrases lues. Dans le texte lu, l'aire de dispersion de /ε/ chez LF1 est plus vaste et la valeur moyenne de F_2 est plus élevée que dans les phrases lues, suggérant des réalisations moyennes plus antérieures. Excepté pour LF6, /a/ présente en F_1 des ellipses vastes, suggérant une importante variabilité de réalisations au niveau de l'aperture. Dans le texte lu, des ellipses plus vastes que dans les phrases lues pour /e ε a/ ainsi que pour /ɔ/ sont également relevées chez LF8, principalement sur l'axe F_1 . En situation atone, aucune ellipse de dispersion n'apparaît sur les espaces acoustiques pour les voyelles mi-ouvertes. Cela suggère dans le texte lu une neutralisation des oppositions /e/~ε/ d'une part et /o/~ɔ/ d'autre part chez ces locutrices et l'usage d'un espace acoustique à 5 qualités vocaliques.

La Figure II.23 montre que l'espace acoustique tonique de LF5, qui contient des ellipses de dispersion superposées pour les voyelles antérieures moyennes /e ε/ mais des ellipses de dispersion distinctes pour les voyelles postérieures d'aperture moyenne /o ɔ/. Ce résultat est marginal puisqu'il s'agit ici du seul espace acoustique mesuré avec cette configuration asymétrique qui présente une distinction des voyelles postérieures moyennes mais neutralisation de l'opposition entre les voyelles antérieures mi-fermée et mi-ouverte. De plus, les inventaires vocaliques trouvés pour LF5 dans les phrases lues et dans cette tâche divergent : on relève un système à 5 voyelles dans les phrases lues dû à l'absence de distinction entre les voyelles mi-ouvertes et mi-fermées, antérieures ou postérieures. L'ellipse de réalisation de /ε/ mesurée dans le texte lu mais absente dans les phrases lues recouvre l'aire de dispersion de /e/, suggérant là-aussi la neutralisation de l'opposition /e/~ε/ par cette locutrice. En revanche, contrairement au résultat du test phrases lues où l'on observe une superposition des zones de dispersion des voyelles postérieures moyennes, deux ellipses distinctes apparaissent dans le texte lu pour /o/ et /ɔ/. Malgré un léger recouvrement des aires, la direction des dispersions et les valeurs moyennes en F_1 suggèrent des centres de gravité bien distincts pour /o/ et /ɔ/ dans le texte lu. En situation tonique, un système à 6 voyelles est ainsi trouvé. En situation atone où les ellipses de dispersion des voyelles mi-ouvertes sont absentes, le système est réduit à 5 voyelles, dû à la neutralisation de l'opposition /e/~ε/ d'une part et /o/~ɔ/ d'autre part.

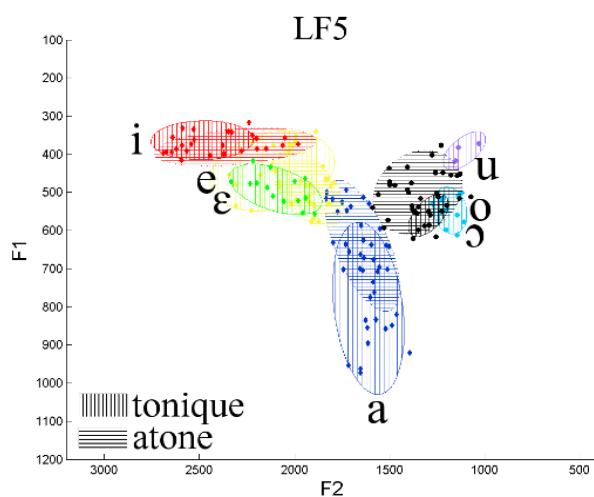


Figure II.23 Espace acoustique F_1/F_2 à 5 voyelles, mesuré à partir du corpus du texte lu, pour la locutrice italophone LF5.

La Figure II.24 présente les espaces acoustiques vocaliques de LF2, LF3, LF4 et LF10.

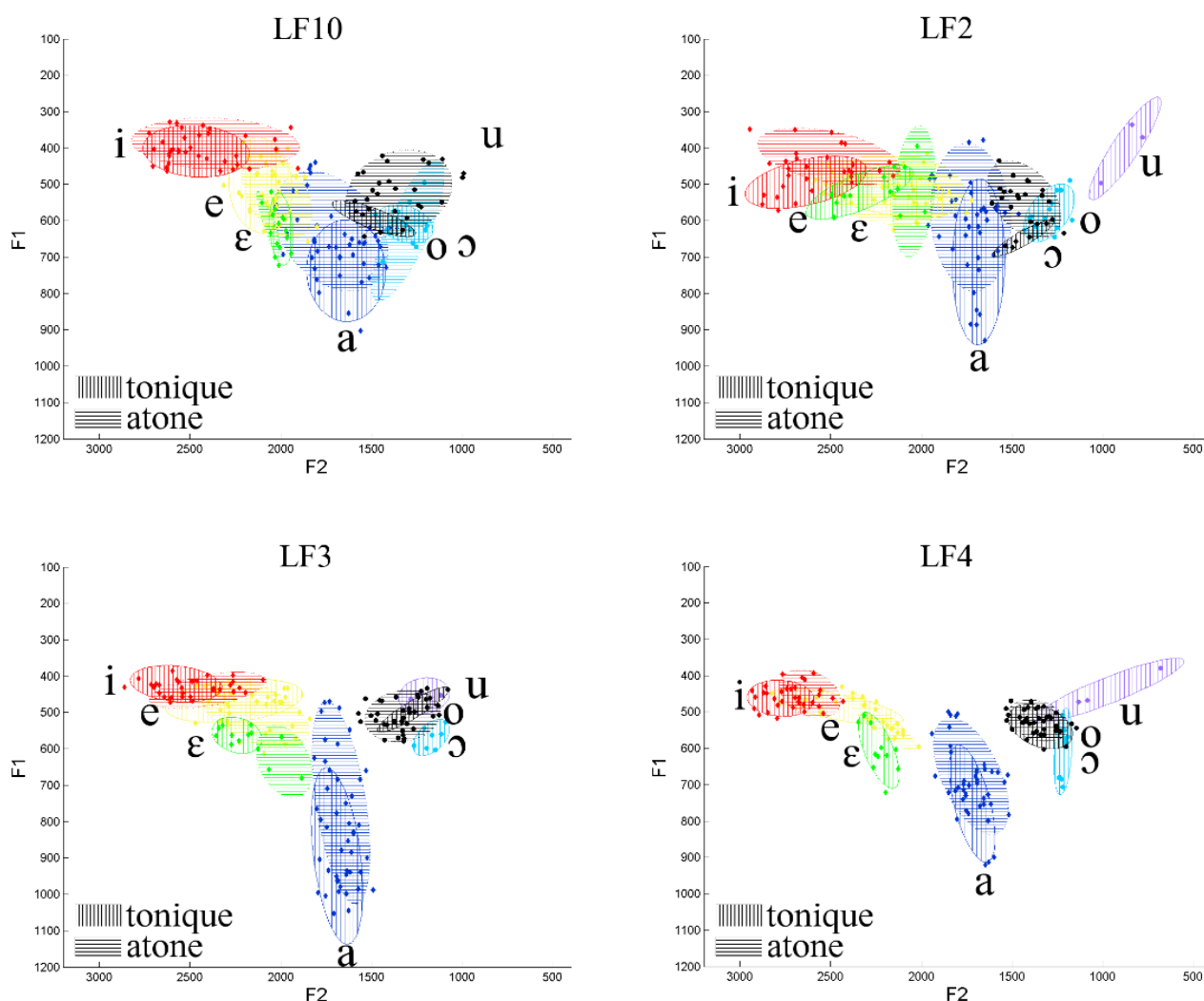


Figure II.24 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 7 voyelles, mesurés à partir du corpus du texte lu, pour les locutrices italophones LF2, LF3, LF4 et LF10.

Excepté chez LF3, est observé un recouvrement partiel des ellipses des voyelles mi-ouvertes et mi-fermées. Dans l'espace acoustique de LF3 en effet, les ellipses de dispersion des voyelles postérieures mi-fermée et mi-ouverte sont très éloignées l'une de l'autre. On relève même chez ce sujet une stabilité importante dans les réalisations des voyelles mi-ouvertes, plus marquée d'ailleurs dans la présente tâche que dans les phrases lues. Cette locutrice a par ailleurs une aire de dispersion de /a/ plus large dans le texte lu que dans les phrases lues, due à une forte variabilité en F_1 . La locutrice LF10 présente une zone de dispersion de /i/ moins étendue en F_2 que dans l'espace mesuré à partir du corpus de phrases lues. Inversement, l'ellipse de réalisation pour /e/ qui occupe une position plus périphérique dans cette tâche (les valeurs sont globalement plus basses en F_1) que dans celle des phrases lues. Chez LF2, les réalisations de /o/ sont plus centrales que celles de /ɔ/. Ainsi, excepté pour LF3 et LF4 où l'on trouve dans les phrases lues un espace acoustique à 6 qualités vocaliques avec un recouvrement des ellipses de dispersion des voyelles postérieures mi-fermée et mi-ouverte mais possédant une distinction des ellipses de réalisation pour /e/ et /ɛ/, les résultats trouvés dans les phrases lues pour les sujets LF10 et LF2 trouvent une confirmation dans le texte lu avec un inventaire vocalique tonique à 7 voyelles. Chez l'ensemble des locutrices, les ellipses de dispersion des voyelles mi-ouvertes sont absentes dans le système atone, suggérant l'usage par ces locutrices d'un système atone symétrique à 5 voyelles (neutralisation des oppositions /e/~ɛ/ d'une part et /o/~ɔ/ d'autre part).

La Figure II.25 présente un système tonique sans ellipse de dispersion spécifique pour les voyelles mi-fermées, suggérant la neutralisation des oppositions /e/~ɛ/ et /o/~ɔ/ et donc l'usage par LH2 d'un système tonique à 5 voyelles, mais avec tendance à l'ouverture, ce qui est un résultat original puisqu'aucun autre participant ne présente cette tendance.

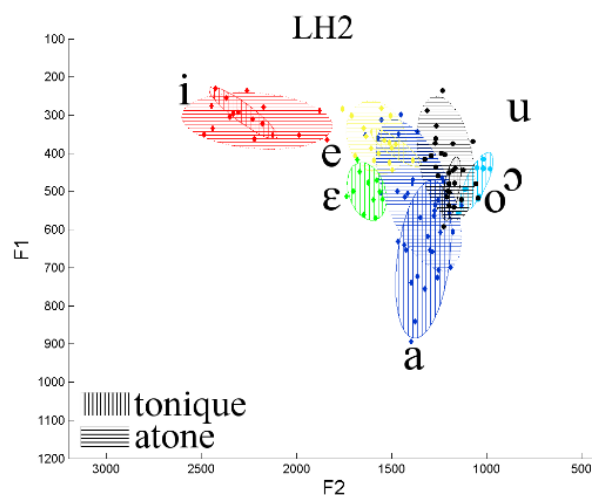


Figure II.25 Espace acoustique F_1/F_2 à 5 voyelles, mesuré à partir du corpus du texte lu, pour le locuteur italoophone LH2.

Chez ce locuteur, dans le corpus de phrases lues, deux ellipses distinctes sont cependant trouvées pour /e/ et /ɛ/. Des centres de gravité extrêmement similaires pour /e/ et /ɛ/, avec des valeurs moyennes en F_1 et en F_2 pratiquement identiques ont été mesurés. Les ellipses de dispersion des voyelles antérieures mi-ouverte et mi-fermée occupent une zone plutôt centrale de l'espace acoustique, réservée en français en général aux voyelles

antérieures arrondies. En situation atone, il est intéressant de remarquer que les ellipses de dispersion des voyelles mi-ouvertes disparaissent au profit d'aires situant davantage des réalisations de voyelles mi-fermées.

La Figure II.26 présente l'espace acoustique de LH3 dans lequel l'aire de réalisation de /ɔ/ est recouverte par celle de /o/ suggérant, comme observé pour les phrases lues et certainement pour les mêmes raisons, l'usage d'un système à 6 qualités vocaliques avec une tendance à l'usage d'un système à 5 voyelles chez ce locuteur. En position atone, aucune zone de dispersion distincte pour des voyelles mi-ouvertes n'est observée, suggérant ainsi la neutralisation des oppositions /e~/ε/ d'une part et /o~/ɔ/ d'autre part.

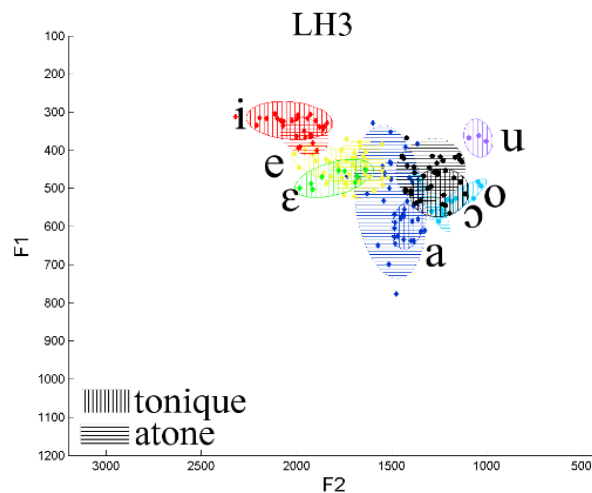


Figure II.26 Espace acoustique F_1/F_2 à 6 voyelles, mesuré à partir du corpus du texte lu, pour le locuteur italophone LH3.

La Figure II.27 présente des ellipses avec peu ou aucun recouvrement en situation tonique, excepté entre les voyelles postérieures mi-fermée et mi-ouverte, confirmant les observations des phrases lues pour LH1.

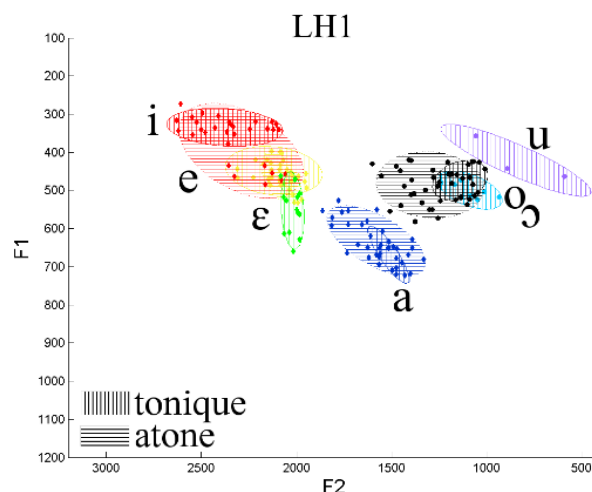


Figure II.27 Espace acoustique F_1/F_2 à 7 voyelles, mesuré à partir du corpus du texte lu, pour le locuteur italophone LH1.

Néanmoins, le recouvrement entre ces deux zones de dispersion /o/ et /ɔ/ dans le plan F_1/F_2 est plus important dans ce corpus du texte lu, sans être total d'où la prédiction d'un système à 7 qualités vocaliques. En situation

atone est observée une réduction du nombre d'ellipses, avec disparition des aires des voyelles mi-ouvertes, suggérant l'usage d'un système à 5 voyelles.

II.3.1.3 Voyelles tenues : tâche 3

À partir du test de phrases porteuses contenant des voyelles légèrement tenues, la capacité des sujets à produire et à maintenir une voyelle mi-ouverte est observée, connaissance nécessaire à la conception de la méthode de phonétique corrective en français langue étrangère. Nous attendons un espace acoustique plus large que dans les tests précédents du fait du lien existant entre voyelle accentuée, augmentation de la durée, ralentissement du débit et hyper-articulation (Lindblom, 1963 ; 1990b ; Perrier, Loevenbruck et Payant, 1996 ; Gendrot et Adda-Decker, 2010). Les résultats apparaissent ci-dessous, Figure II.28 à Figure II.32 (voir aussi Annexe IV pour les espaces acoustiques projetés dans le plan F_2/F_3).

La Figure II.28 présente les systèmes vocaliques toniques des locutrices LF3 et LF6 qui ont pour point commun un nombre identique de voyelles et un recouvrement complet des ellipses pour /o/ et /ɔ/, suggérant la neutralisation de l'opposition entre les deux voyelles. Pour LF3, le recouvrement des voyelles postérieures mi-fermée et mi-ouverte trouvé dans les phrases lues, mais pas dans le texte lu, est à nouveau constaté dans les voyelles tenues et de façon plus marquée. Les recouvrements de dispersion observés pour LF6 sont les mêmes que ceux relevés dans les corpus de phrases lues et du texte lu : entre /o/ et /ɔ/ d'une part et entre /i/ et /e/ d'autre part, suggérant un espace acoustique à 5 traits vocaliques comme constaté dans les tests précédents avec une ellipse de réalisation pour /ε/. Chez LF3, la neutralisation de l'opposition /e/~ε/ au profit d'une voyelle antérieure mi-fermée est observée. Par ailleurs, contrairement aux résultats obtenus dans les tests précédents, l'aire de réalisation de la voyelle /a/ ne présente que peu de variabilité. Il est intéressant de remarquer que la locutrice LF3 possède un système tonique à 5 voyelles dans le corpus de voyelles tenues mais à 7 voyelles dans la tâche du texte lu et à 6 voyelles dans le corpus de phrases lues.

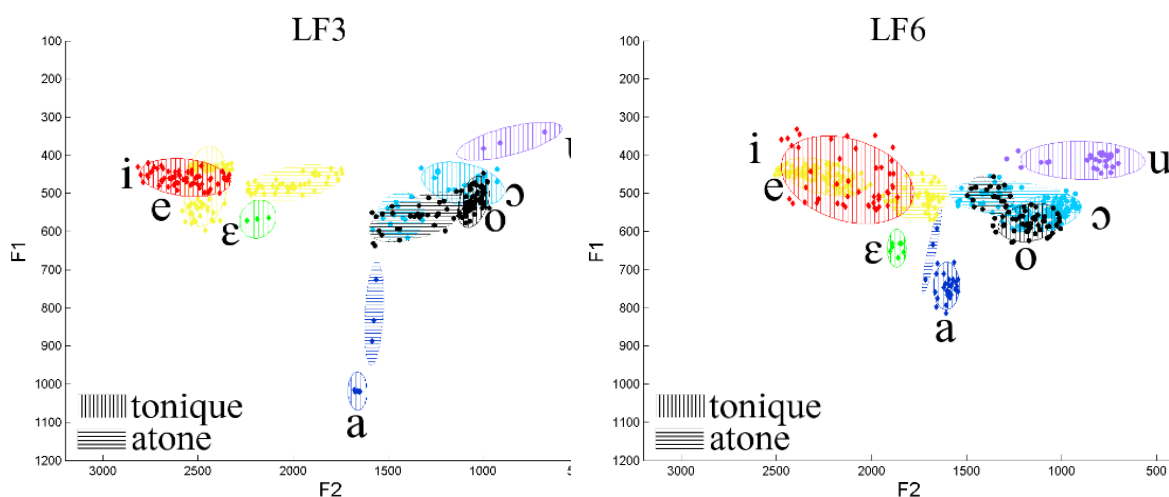


Figure II.28 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 5 voyelles, mesurés à partir du corpus de voyelles tenues, pour les locutrices italophones LF3 et LF6.

La Figure II.29 présente les espaces acoustiques de LF7, LF8, LF9 et LF10, dans lesquels les ellipses de dispersion des voyelles postérieures moyennes se recouvrent dans le plan F_1/F_2 et dans lesquels les zones de dispersion de /e/ et /ε/ sont partiellement ou complètement distinctes, suggérant la neutralisation de l'opposition /o/~/ɔ/ mais le maintien d'une opposition antérieure /e/~/ε/. Excepté pour LF10 dans le corpus de phrases lues et celui du texte lu, pour lequel on trouve un système vocalique à 7 voyelles avec distinction des ellipses de dispersion pour /o/ et /ɔ/, le recouvrement des ellipses des voyelles postérieures moyennes est aussi trouvé dans les deux premiers tests pour les LF7, LF8 et LF9. Par ailleurs, pour LF7, les zones de réalisation de /e/ et /ε/ se superposent complètement dans la tâche de phrases lues et dans la tâche du texte lu tandis que la tâche de voyelles tenues montre deux zones de réalisation distincte pour ces voyelles. Dans la production des voyelles tenues, LF8 réalise des ellipses de dispersion de /ε a ɔ/ moins vastes en F_1 que dans le texte lu, une ellipse de réalisation pour /e/ large comme dans le corpus de phrases lues et du texte lu et plus étendue pour /o/ que dans les tâches précédentes (phrases lues d'une part et texte lu d'autre part). Ainsi, pour LF8, le système acoustique à 6 qualités vocaliques observé dans les voyelles tenues confirme les résultats obtenus avec les corpus de phrases lues et du texte lu.

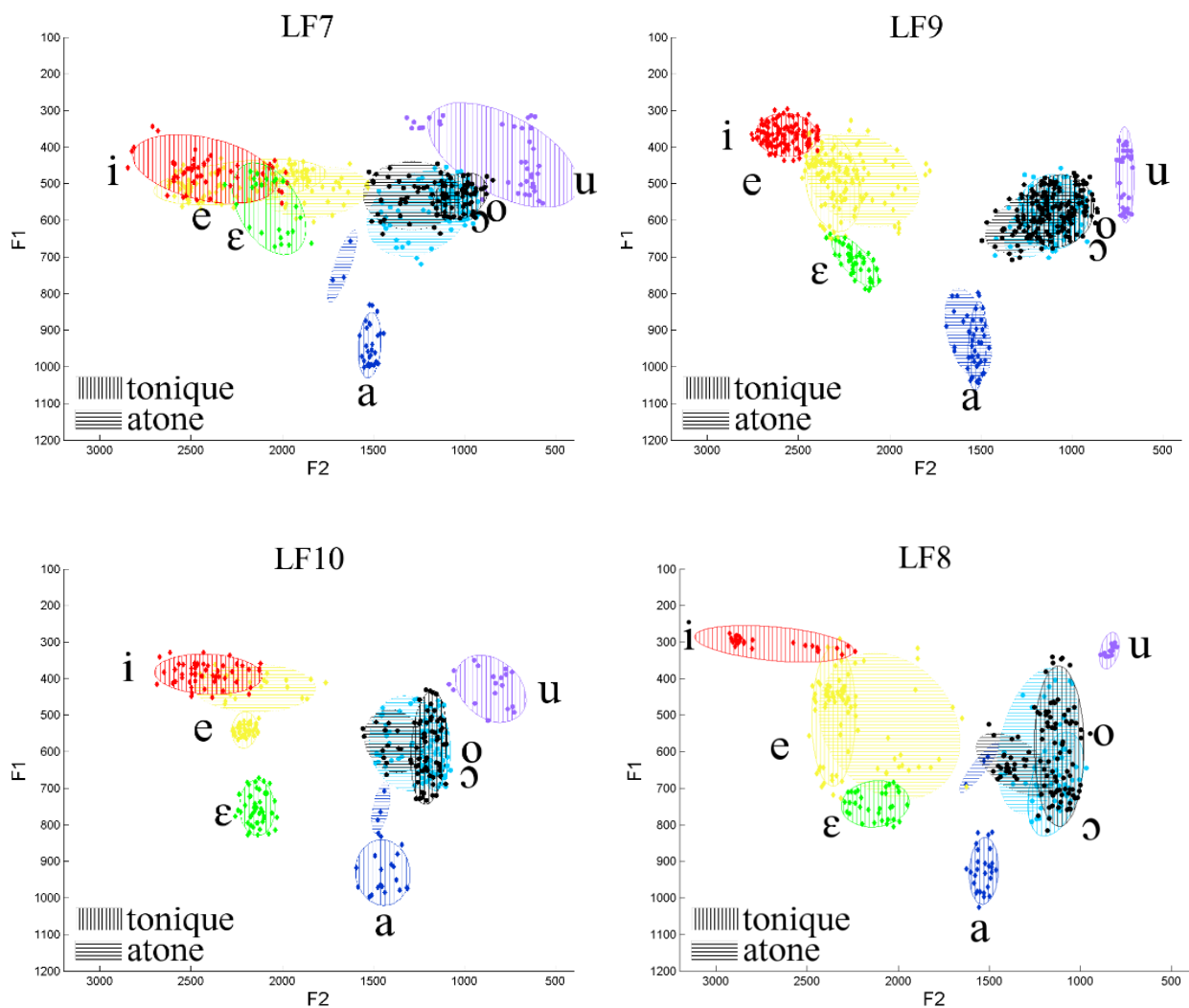


Figure II.29 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 6 voyelles, mesurés à partir du corpus de voyelles tenues, pour les locutrices italophones LF7, LF8, LF9 et LF10.

La Figure II.30 montre les espaces vocaliques de LF1, LF2, LF4 et LF5, pour lesquels les ellipses de dispersion des 7 voyelles /i e ε a ɔ o u/ sont observées en situation tonique, suggérant l'usage par ces locutrices d'un système maximal comme attendu en italien standard.

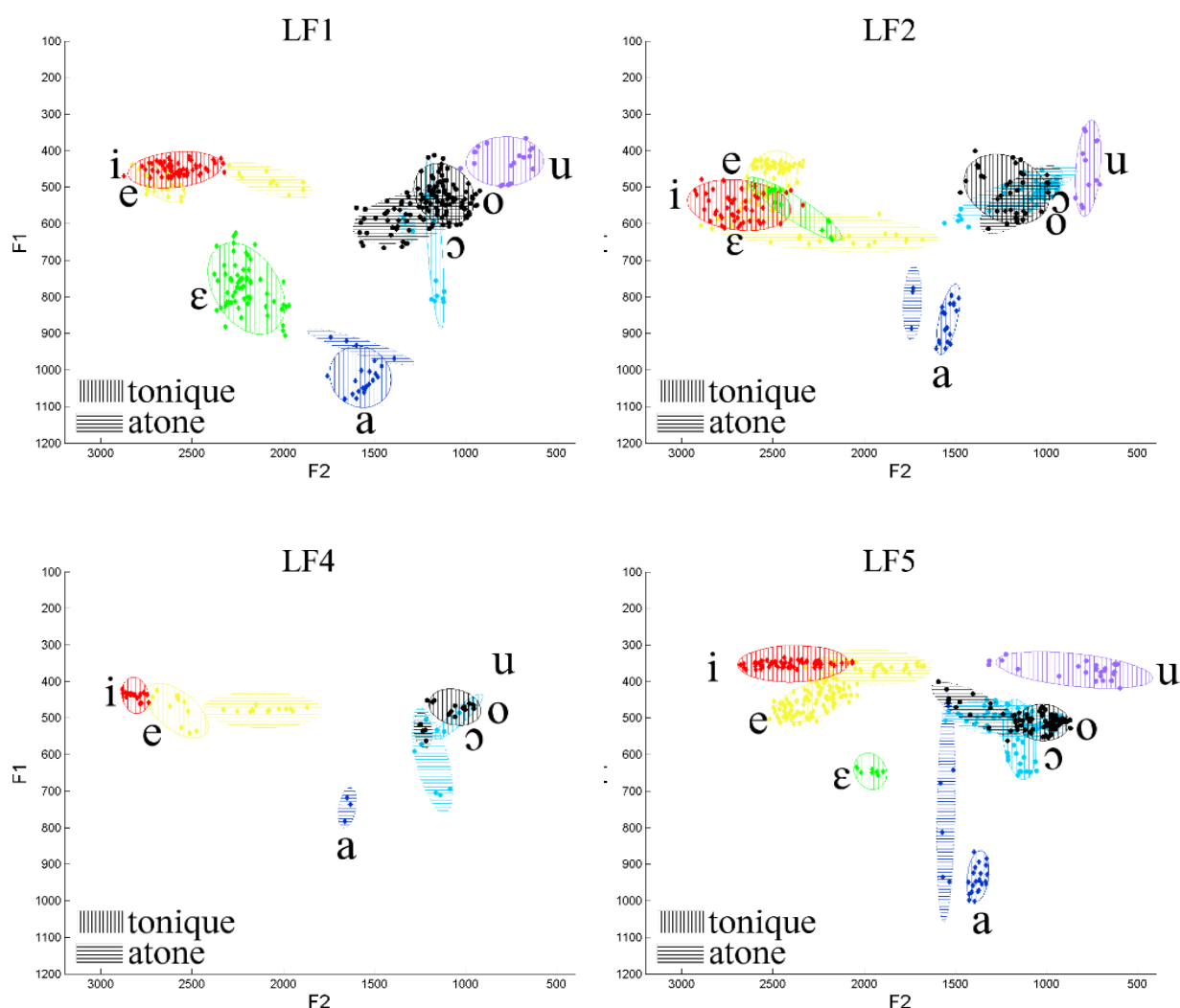


Figure II.30 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 7 voyelles, mesurés à partir du corpus de voyelles tenues, pour les locutrices italophones LF1, LF2, LF4 et LF5⁵⁶.

Pour LF2, ce résultat concorde avec ceux trouvés à partir des corpus de phases lues et du texte lu, dans lesquels est observé également un chevauchement des zones de dispersion de /o/ et /ɔ/, suggérant une tendance en cours vers la neutralisation de l'opposition /o/~ɔ/ et donc vers un système à 6 voyelles. Le résultat trouvé pour LF1 et LF5 ne correspond pas à ceux trouvés à partir des corpus de phrases lues et du texte lu. Le sujet LF1 exploite un système vocalique tonique à 5 voyelles dans les deux premiers tests, la différence provenant ici de la distinction entre voyelles mi-ouvertes et mi-fermées. Pour LF5, un système à 5 voyelles dans le corpus de phrases lues et à 6 voyelles dans celui du texte lu sont observés. La différence majeure vient de la distinction de réalisation des voyelles postérieures d'aperture moyenne (mi-fermée et mi-ouverte) et de la distinction nette entre les ellipses

⁵⁶ Les ellipses de /u/ manquantes dans le plan F_1/F_2 correspondent à un nombre de voyelles étiquetées trop faible pour être représenté par une ellipse de dispersion suivant nos choix de calculs à 75 %.

de dispersion de /e/ et /ɛ/ observées avec le corpus de voyelles tenues. Quant au sujet LF4, il présente un système à 6 voyelles dans la tâche de phrases lues dû au recouvrement des ellipses de dispersion pour /o/ et /ɔ/ mais, comme ici, à 7 voyelles dans la tâche du texte lu.

Dans la Figure II.31 ci-dessous, on observe pour le sujet LH3 des recouvrements complets entre les ellipses de dispersion des voyelles mi-fermées d'une part et mi-ouvertes d'autre part, les ellipses des voyelles mi-ouvertes se trouvant sur l'espace attendu pour les voyelles mi-fermées en situation tonique. Le système tonique est ainsi réduit à 5 voyelles dans la tâche de voyelles tenues. Dans les corpus de phrases lues et du texte lu, les systèmes acoustiques trouvés à 6 qualités vocales montraient une tendance vers un système à 5 voyelles.

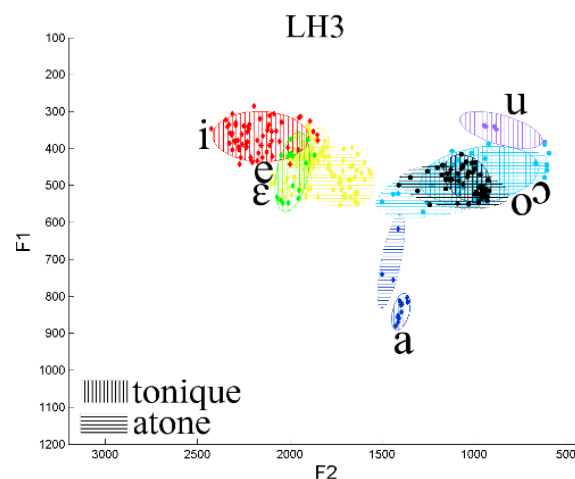


Figure II.31 Espace acoustique F_1/F_2 à 5 voyelles, mesuré à partir du corpus de voyelles tenues, pour le locuteur italophone LH3.

La Figure II.32 présente les espaces acoustiques de LH1 et LH2 chez qui un recouvrement entre les ellipses de dispersion des voyelles /o/ et /ɔ/ est observé.

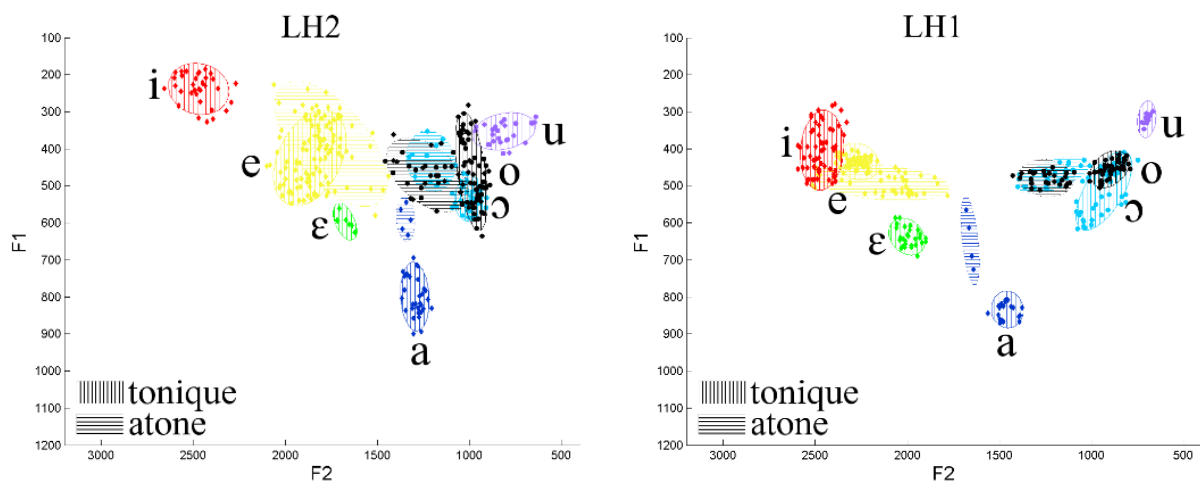


Figure II.32 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 6 voyelles, mesurés à partir du corpus de voyelles tenues, pour les locuteurs italophones LH1 et LH2.

On retrouve pour LH2 le résultat obtenu pour la tâche de phrases lues avec la neutralisation de l'opposition /o/~ɔ/ et la distinction entre ellipses de dispersion pour /e/ et /ɛ/. Dans le texte lu, un système tonique à 5 voyelles

a été relevé, dû à la neutralisation de l'opposition /e/~ε/. On note par ailleurs pour LH2 des valeurs de F₁ pour /i/ plus basses, suggérant une aperture plus petite et une articulation plus tendue. Le nombre d'ellipses en situation tonique pour LH1 ne correspond pas à celui trouvé dans les tâches précédentes (systèmes à 7 qualités vocaliques). Chez ce sujet, l'aire de dispersion de /o/ est recouverte par celle de /ɔ/ qui présente une importante variabilité en F₁, suggérant l'usage d'un système tonique à 6 voyelles tenues.

La Table II.4 recense le nombre de qualités vocaliques relevées dans les productions des 13 italophones pour chacune des trois tâches (phrases lues, texte lu, voyelles tenues). Cette table met en évidence les différences inter-tâches intra-individus et inter-individus. À titre illustratif, le système vocalique de LF6 est trouvé à 5 qualités vocaliques dans chacune des tâches tandis que celui de LF1 est décrit à 5 qualités vocaliques dans les tâches de phrases lues et de texte lu, mais à 7 voyelles dans le corpus de voyelles tenues.

		5					6				7				
Phrases lues	Locutrices	LF1	LF5	LF6	LF7	LF9	LF3	LF4	LF8	LF9		LF2	LF10		
	Locuteurs						LH2	LH3				LH1			
Texte lu	Locutrices	LF1	LF6	LF7	LF8		LF5					LF2	LF3	LF4	LF10
	Locuteurs	LH2					LH3					LH1			
Voyelles tenues	Locutrices	LF3	LF6				LF7	LF8	LF9	LF10		LF1	LF2	LF4	LF5
	Locuteurs	LH3					LH1	LH2							

Table II.4 Synthèse du nombre de qualités vocaliques (en colonnes) recensées dans les trois corpus de lecture (en lignes) en italien pour les 10 locutrices et 3 locuteurs natifs

Ainsi, l'observation des productions des italophones testés en langue maternelle met en évidence trois types de vocalismes : à 5, 6 et 7 voyelles. La Figure II.33 présente les types majeurs de vocalismes relevés dans les productions en lecture de phrases, tâches 1, 2 et 3 confondues. L'utilisation du système à 5 voyelles, qui est de type équilibré, est relevée chez 4 sujets dans la tâche 1, 6 sujets dans la tâche 2 et 3 sujets dans la tâche 3. L'utilisation du système à 6 voyelles, de type antérieur, est trouvée chez 6 sujets dans la tâche 1, 2 sujets dans la tâche 2 et 5 sujets dans la tâche 3. Enfin, l'utilisation du système à 7 voyelles, équilibré, est observée chez 3 sujets dans la tâche 1, 5 sujets dans la tâche 2 et 4 sujets dans la tâche 3.

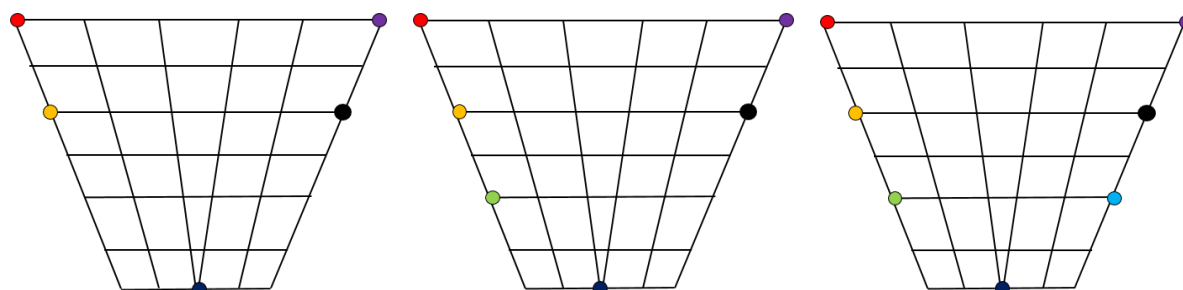


Figure II.33 Vocalismes les plus représentés dans les productions des 10 locuteurs et 3 locutrices italophones testés.

La Figure II.34 présente, pour les systèmes contenant 5 et 6 qualités vocaliques, quelques variantes possibles, trouvées dans les productions des italophones testés en langue maternelle. Les variantes du système à

5 voyelles sont présentées entre les parenthèses sur la gauche de la figure. La variante du système à 6 voyelles est présentée entre les parenthèses sur la droite de la figure. Le système ouvert à 5 voyelles, dans lequel la neutralisation de l'opposition entre /e/ et /ɛ/ d'une part et entre /o/ et /ɔ/ d'autre part est en faveur des voyelles mi-ouvertes /ɛ/ et /ɔ/, a été trouvé chez 1 sujet dans la tâche 1 et 1 sujet dans la tâche 2. L'autre variante du système à 5 voyelles a été trouvée chez 1 sujet dans la tâche 3. Une variation phonétique de /i/ est également observée : la réalisation de [i] est trouvée parfois plus relâchée, suggérant l'utilisation par certains locuteurs, d'une voyelle plus ouverte telle que [ɪ]. La variante du système à 6 voyelles présentée à droite et en bas de la figure, où la neutralisation de l'opposition entre voyelles postérieures mi-fermée /o/ et mi-ouverte /ɔ/ est en faveur de la voyelle mi-ouverte /ɔ/ a été trouvée chez 1 sujet dans la tâche 2. Le système à 7 voyelles correspond au système standard. Dans la grande majorité des systèmes, la voyelle /a/ est trouvée à tendance centrale.

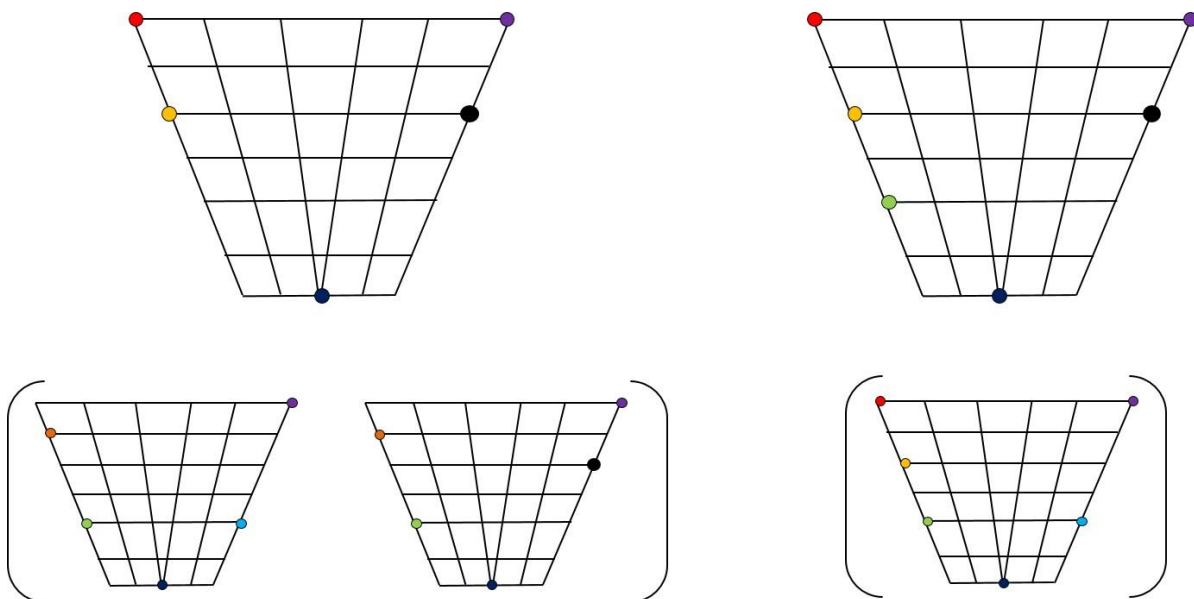


Figure II.34 Variantes les plus fréquemment observées dans les productions des italophones testés. À gauche en bas, deux variantes de système à 5 voyelles ; à droite en bas, une variante du système à 6 voyelles.

Les Figure II.17 à Figure II.32 mettent en évidence les différences de recouvrement entre ellipses de dispersion et les différences de taille et de direction des ellipses dans les systèmes vocaliques toniques des locuteurs italophones testés dans notre expérimentation. Des éléments communs sont néanmoins observables :

- Concernant /i/, une dispersion faible des réalisations est trouvée chez la majorité des sujets. Chez quelques locuteurs cependant, F_1 peut présenter une grande variabilité et l'ellipse de dispersion s'étend alors vers l'aire réservée à la voyelle mi-fermée antérieure /e/, avec parfois un chevauchement conséquent et relativement important des zones de dispersion de /i/ et de /e/. Les différences des écarts entre formants F_2 et F_3 suggèrent le maintien de l'opposition phonologique entre /i/ et /e/ ;
- Certains nuages allophoniques associées à la catégorie /u/ présentent une dispersion élevée en F_2 ;
- Dans les productions de certains locuteurs, l'ellipse de dispersion de /u/ est trouvée moins périphérique, avec une éventuelle variabilité sur l'axe de F_1 , et recouvre une partie de l'aire de dispersion de /o/. Dans certains cas, le nuage de points s'étend en direction des voyelles centrales absentes des systèmes phonologiques rencontrés en italien ;

- Les ellipses de dispersion de /e ε o ɔ/ sont généralement vastes ;
- La majorité des locuteurs neutralise l'opposition entre voyelles postérieures mi-fermée et mi-ouverte. Près du tiers des locuteurs neutralise également l'opposition entre voyelles antérieures mi-fermée et mi-ouverte ;
- On trouve enfin des cas de chevauchement des zones de dispersion de la voyelle fermée /i/ avec la voyelle mi-fermée /e/ d'une part et de /u/ avec /o/ d'autre part, suggérant des réalisations des voyelles mi-fermées tendues. Ces réalisations pourraient correspondre à des voyelles accentuées dans les mots à lire, puisqu'il a été montré que les voyelles sont réalisées plus fermées en situation tonique, du fait de l'augmentation de leur durée (Lindblom, 1963 ; Di Benedetto, 1989 ; Fletcher, Harrington et Hajek, 1994 ; Moon et Lindblom, 1994 ; D'Imperio et Rosenthal, 1999 ; Vaissière, 2006 ; 2011).
- La zone de dispersion de /a/ est trouvée dans les systèmes acoustiques de nombreux locuteurs, avec une variabilité élevée en F_1 ;
- L'ellipse de dispersion de /a/ recouvre rarement l'ellipse correspondant à la voyelle antérieure mi-ouverte /ε/ tandis qu'un recouvrement partiel avec l'aire de dispersion de réalisations acoustiques de /ɔ/ est fréquemment observé.

II.3.2 À propos de convergence formantique

La Table II.5 présente les moyennes (en Hz) des écarts entre paires de formants pour les voyelles toniques /i e ε a ɔ o u/ de l'italien, prononcées par les 3 locuteurs d'une part et les 10 locutrices natives d'autre part. Les moyennes sont calculées pour la tâche 1 sur 3 497 mesures de distance entre formants successifs, pour la tâche 2 sur 1 329 mesures de distance et pour la tâche 3 sur 5 248 mesures de distance. Les mesures par sujet se trouvent Annexe V.

Les mesures relevées Table II.5 permettent de dégager les informations suivantes sur les valeurs de formants des voyelles toniques :

- Dans les trois tâches de lecture, F_2 et F_3 sont les formants les plus proches dans le spectre acoustique de /i/ : entre 559 et 660 Hz pour les locuteurs, entre 532 et 594 Hz pour les locutrices.
- Concernant les voyelles postérieures /u o ɔ/, est trouvée, chez les locuteurs comme chez les locutrices, une proximité des valeurs des deux premiers formants F_1 et F_2 . La distance entre F_1 et F_2 est mesurée moindre dans les voyelles tenues (avec, comme attendu, des écarts types moins élevés) que dans les autres tâches de lecture. Chez les locuteurs masculins, l'écart minimal moyen entre F_1 et F_2 concerne la voyelle postérieure mi-ouverte /ɔ/, quel que soit le type de tâche de lecture : $(F_2 - F_1)_{/u/}$ compris entre 460 et 635 Hz ($Moy^{57} = 544$ Hz), $(F_2 - F_1)_{/o/}$ compris entre 517 et 733 Hz ($Moy = 517$ Hz), $(F_2 - F_1)_{/ɔ/}$ compris entre 401 et 571 Hz ($Moy = 481$ Hz). Chez les locutrices, la proximité des valeurs moyennes de F_1 et F_2 est la plus

⁵⁷ Moy est utilisée pour *Moyenne*.

marquée pour /u/ : $(F_2 - F_1)_{/u/}$ compris entre 450 et 497 Hz ($Moy = 470$ Hz), $(F_2 - F_1)_{/o/}$ compris entre 602 et 507 Hz ($Moy = 660$ Hz), $(F_2 - F_1)_{/ɔ/}$ compris entre 569 et 712 Hz ($Moy = 636$ Hz).

Les distances entre F_2 et F_1 calculées en Hertz permettent de différencier clairement les voyelles antérieures /i e ε/ des voyelles postérieures /u o ɔ/ ainsi que de la voyelle centrale /a/. Les valeurs $F_2 - F_1$ sont largement plus élevées pour les voyelles antérieures, et surtout pour /i/. La Table II.5 présente de plus des valeurs moyennes $F_2 - F_1$ pour les voyelles antérieures qui diffèrent de près de 200 Hz entre /i/ (min^{58} : 1932 Hz, max : 2023 pour les locuteurs ; min : 1980 Hz, max : 2008 Hz pour les locutrices), /e/ (min : 1447 Hz, max : 1577 Hz pour les locuteurs ; min : 1702 Hz, max : 1873 Hz pour les locutrices) et /ε/ (min : 1212 Hz, max : 1342 Hz pour les locuteurs ; min : 1523 Hz, max : 1613 Hz pour les locutrices). Concernant la distance entre F_2 et F_3 , les valeurs de mesure sont moindres pour les voyelles antérieures (excepté /a/ constatée centrale) que pour les voyelles postérieures.

		Locuteurs						Locutrices					
		Phrases lues		Texte lu		Voyelles tenues		Phrases lues		Texte lu		Voyelles tenues	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
/ i /	$F_2 - F_1$	1916	(201)	1913	(169)	2020	(169)	2177	(85)	2096	(105)	2111	(202)
	$F_3 - F_2$	660	(136)	621	(106)	559	(88)	562	(145)	598	(76)	529	(199)
	$F_4 - F_3$	939	(200)	947	(184)	882	(136)	800	(155)	874	(204)	822	(130)
/ e /	$F_2 - F_1$	1445	(205)	1424	(226)	1579	(217)	1796	(158)	1737	(136)	1881	(177)
	$F_3 - F_2$	756	(159)	781	(182)	704	(141)	755	(117)	808	(145)	740	(168)
	$F_4 - F_3$	1014	(24)	1072	(170)	993	(185)	913	(294)	915	(249)	758	(275)
/ ε /	$F_2 - F_1$	1256	(132)	1294	(153)	1327	(203)	1514	(124)	1612	(125)	1578	(196)
	$F_3 - F_2$	829	(182)	837	(148)	763	(135)	878	(151)	874	(139)	859	(125)
	$F_4 - F_3$	1112	(66)	1049	(213)	1042	(126)	878	(307)	769	(285)	702	(302)
/ a /	$F_2 - F_1$	629	(59)	771	(97)	559	(58)	739	(97)	880	(91)	616	(100)
	$F_3 - F_2$	1259	(57)	1143	(31)	1269	(115)	1372	(196)	1246	(207)	1347	(247)
	$F_4 - F_3$	1085	(113)	1153	(89)	1066	(213)	1016	(284)	966	(254)	1011	(383)
/ ɔ /	$F_2 - F_1$	537	(66)	615	(68)	438	(23)	606	(47)	628	(67)	518	(59)
	$F_3 - F_2$	1479	(38)	1561	(122)	1709	(77)	1752	(269)	1667	(203)	1803	(186)
	$F_4 - F_3$	1004	(120)	906	(20)	886	(282)	880	(211)	1014	(168)	1004	(150)
/ o /	$F_2 - F_1$	616	(38)	689	(26)	512	(55)	620	(90)	756	(56)	565	(53)
	$F_3 - F_2$	1583	(53)	1514	(130)	1689	(192)	1864	(213)	1639	(167)	1785	(194)
	$F_4 - F_3$	876	(242)	911	(47)	938	(104)	853	(184)	915	(151)	1027	(145)
/ u /	$F_2 - F_1$	583	(68)	556	(124)	429	(90)	546	(50)	586	(113)	405	(84)
	$F_3 - F_2$	1649	(47)	1830	(131)	1874	(117)	1843	(161)	1887	(291)	2047	(220)
	$F_4 - F_3$	1082	(149)	764	(499)	916	(43)	1053	(143)	1012	(262)	1014	(177)

Table II.5 Écarts moyens (en Hz) entre formants successifs et écarts types pour les trois locuteurs et les dix locutrices par voyelle tonique dans les tâches de phrases lues, texte lu et voyelles tenues en italien. La densité du système peut varier entre locuteurs.

⁵⁸ *min* est utilisée pour *minimum*, et *max* pour *maximum*.

Afin de déterminer les voyelles focales des participants, les moyennes des écarts de mesures (exprimées en Bark) ont été calculées entre paires de formants successifs pour les voyelles /i e ε a ɔ o u/ de l'italien, prononcées par les locuteurs d'une part et les locutrices d'autre part. La Table II.6 regroupe ces mesures.

Concernant les voyelles antérieures /i e ε/, elle met en évidence les éléments suivants pour les voyelles antérieures /i e ε/ :

- $(F_3 - F_2) < 3.5$ Bark et $(F_2 - F_1) > 3.5$ Bark ;
- les voyelles antérieures non arrondies /i e ε/ sont trouvées focales, au niveau de F_2 et F_3 . Pour /i/ par exemple, on trouve $1.46 \leq \Delta(F_3 - F_2) \text{ (Bark)} \leq 1.78$ pour les locuteurs, $1.31 \leq \Delta(F_3 - F_2) \text{ (Bark)} \leq 1.46$ pour les locutrices ;
- les mesures d'écart $(F_2 - F_1)$ pour les voyelles antérieures /i/ /e/ et /ε/ diffèrent d'à peine plus d'1 Bark d'un degré d'aperture à l'autre : distance autour de 7.5 Bark pour /ε/, de 8.5 Bark pour /e/ et de 10 Bark pour /i/.

À propos des voyelles postérieures /u o ɔ/, sont observées :

- des valeurs de distance $(F_3 - F_2)$ toujours supérieures à 3.5 Bark et des valeurs $(F_2 - F_1)$ fréquemment trouvées supérieures 3.5 Bark.
- un écart de mesures minimal entre F_1 et F_2 . C'est dans la tâche 3 des voyelles tenues que les valeurs en Bark sont les plus faibles ;
- une distance $(F_2 - F_1)$ inférieure à 3.5 Bark pour /ɔ/ et /u/ dans la tâche de voyelles tenues.

		Locuteurs						Locutrices					
		Phrases lues		Texte lu		Voyelles tenues		Phrases lues		Texte lu		Voyelles tenues	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
/ i /	$F_2 - F_1$	10,19	(,62)	10,33	(,59)	10,57	(,88)	10,32	(,32)	10,21	(,3)	10,20	(,81)
	$F_3 - F_2$	1,78	(,45)	1,68	(,35)	1,46	(,28)	1,34	(,35)	1,46	(,2)	1,31	(,51)
	$F_4 - F_3$	1,95	(,38)	1,97	(,35)	1,85	(,26)	1,56	(,29)	1,70	(,38)	1,64	(,23)
/ e /	$F_2 - F_1$	8,11	(,63)	8,00	(,7)	8,51	(,7)	8,93	(,54)	8,77	(,45)	9,12	(,61)
	$F_3 - F_2$	2,32	(,61)	2,40	(,71)	2,05	(,52)	1,96	(,35)	2,14	(,4)	1,87	(,46)
	$F_4 - F_3$	2,23	(,09)	2,31	(,31)	2,13	(,36)	1,79	(,57)	1,80	(,48)	1,47	(,49)
/ ε /	$F_2 - F_1$	6,98	(,27)	7,13	(,45)	7,04	(,82)	7,57	(,63)	7,96	(,5)	7,60	(,89)
	$F_3 - F_2$	2,60	(,68)	2,58	(,58)	2,31	(,55)	2,37	(,43)	2,31	(,4)	2,26	(,32)
	$F_4 - F_3$	2,44	(,13)	2,28	(,41)	2,27	(,2)	1,74	(,58)	1,50	(,53)	1,39	(,6)
/ a /	$F_2 - F_1$	3,85	(,36)	4,53	(,45)	3,10	(,23)	4,07	(,54)	4,62	(,54)	3,16	(,56)
	$F_3 - F_2$	4,50	(,25)	3,91	(,27)	4,32	(,44)	4,32	(,54)	3,75	(,58)	4,19	(,67)
	$F_4 - F_3$	2,44	(,15)	2,55	(,12)	2,32	(,43)	2,08	(,63)	1,97	(,57)	2,06	(,84)
/ ɔ /	$F_2 - F_1$	3,56	(,46)	4,22	(,38)	3,11	(,14)	3,82	(,27)	4,00	(,43)	3,42	(,45)
	$F_3 - F_2$	5,45	(,21)	5,69	(,56)	6,55	(,12)	5,87	(,77)	5,68	(,62)	6,29	(,51)
	$F_4 - F_3$	2,22	(,24)	1,99	(,02)	1,96	(,59)	1,81	(,5)	2,08	(,39)	2,04	(,34)
/ o /	$F_2 - F_1$	4,20	(,22)	4,63	(,08)	3,70	(,34)	4,05	(,44)	4,73	(,29)	3,79	(,32)
	$F_3 - F_2$	5,73	(,11)	5,38	(,42)	6,38	(,67)	6,29	(,76)	5,40	(,53)	6,26	(,6)
	$F_4 - F_3$	1,92	(,46)	1,99	(,05)	2,06	(,23)	1,70	(,38)	1,86	(,34)	2,09	(,35)
/ u /	$F_2 - F_1$	4,30	(,53)	4,18	(,86)	3,41	(,68)	3,98	(,39)	4,23	(,82)	3,13	(,65)
	$F_3 - F_2$	6,40	(,34)	6,85	(,15)	7,66	(,52)	6,87	(,42)	6,77	(,85)	7,97	(,71)
	$F_4 - F_3$	2,35	(,27)	1,66	(1,08)	2,02	(,16)	2,19	(,32)	2,12	(,61)	2,08	(,41)

Table II.6 Écarts moyens (en Bark) entre formants successifs et écarts types pour les trois locuteurs et les dix locutrices par voyelle tonique dans les tâches de phrases lues, texte lu et voyelles tenues en italien. La densité du système peut varier entre locuteurs.

La confrontation des résultats obtenus à partir de la Table II.5 et de la Table II.6 permet de définir plus précisément les voyelles focales.

- /i/ est focale en F_2 et F_3 ;
- /a/, /ɔ/ et /u/ présentent F_1 et F_2 proches mais uniquement dans la tâche des voyelles tenues ;
- /o/ ne présente pas de focalisation dans les fréquences basses.

Les tables des valeurs moyennes (en Hz) d'écart formantique entre paires de formants successifs par locuteur sont présentées Annexe V. Elles mettent en évidence différentes structures du spectre sonore pour une même voyelle, en lien avec la variabilité inter-individuelle. Les paires de formants qui convergent peuvent ne pas correspondre. Les mesures moyennes montrent une distance moindre entre F_2 et F_3 pour /i/ prononcé par les 10 locutrices ainsi qu'une focalisation dans cette zone acoustique. Toutefois, les moyennes des réalisations de /i/ émis par LF2, LF4 et LF5 montrent des écarts de mesure (en Hz) semblables au niveau de F_3 et F_4 d'une part et de F_2 et F_3 d'autre part, respectivement trouvés autour de 650 Hz, 600 Hz, 680 Hz.

Les résultats trouvés aux trois tâches de lecture en langue maternelle sont en accord partiel avec les données de la littérature. Les résultats montrent que les voyelles antérieures ont des écarts entre formants $F_2 - F_1$ supérieurs à 3.5 Bark et des écarts $F_3 - F_2$ inférieurs à 3.5 Bark, ce qui est en accord avec les travaux de Ferrero (1968 ; 1992). En revanche, nos résultats ne montrent pas, à la différence des siens, une convergence systématiquement inférieure à 3.5 Barks entre F_1 et F_2 pour les voyelles postérieures /u o ɔ/. Néanmoins, en accord avec son hypothèse, nos résultats montrent qu'en italien, les voyelles antérieures peuvent être distinguées des voyelles postérieures principalement à partir des informations ($F_3 - F_2$). De plus, l'observation globale des écarts entre formants mesurés en Bark pour chaque voyelle de l'italien produite par les participants à cette étude en langue maternelle correspondent à ceux trouvés dans la littérature. Quelques valeurs sont un peu plus basses dans notre étude, par exemple d'1 Bark pour /i/ en F_2-F_1 chez les locutrices, ou au contraire plus élevées d'1 Bark comme pour /o/ en F_2-F_1 .

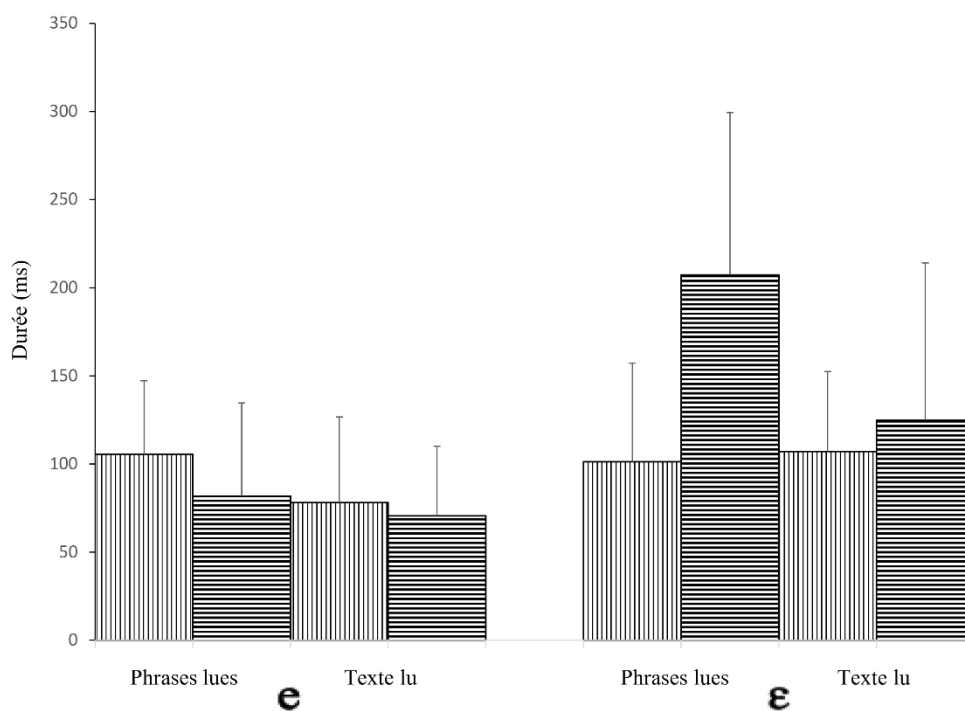
II.4 Conclusion, discussion et perspectives de recherche

II.4.1 À propos des espaces acoustiques vocaliques

L'examen comparatif des espaces vocaliques en situation tonique F_1/F_2 et F_2/F_3 pour 13 locuteurs italophones met en évidence l'absence d'uniformité des distributions entre les sujets, ce qui est un résultat attendu au vu de l'existence des variétés régionales de l'italien et de l'influence des dialectes sur ces variétés (cf. section I ; ISTAT, 2007). Les données sociolinguistiques sur nos sujets montrent une immigration dans la région piémontaise pour la plupart d'entre eux (cf. Section II.2.2.2). La variabilité des espaces acoustiques observée en situation tonique (de 5 à 7 phonèmes vocaliques) pourrait trouver une origine dans la variété des régions géographiques de provenance des sujets et dans la variété concomitante des italiens régionaux comme rapporté entre autres par Mioni (1973) et Canepari (2006) ou dans les types de protocoles en production. Le nombre de voyelles atones relevées dans la tâche correspondant au texte lu est systématiquement de 5 voyelles

pour tous les locuteurs, ce qui prolonge les résultats relevés dans la littérature concernant l'italien langue maternelle (Mioni, 1973 ; Babini, 1997 ; Calamai, 2005 ; Canepari, 2006 ; cf. Section II.1) et ayant montré que la disparité des systèmes vocaliques en situation tonique s'efface en position atone, /ɛ ɔ/ n'existant qu'en situation tonique (Vaissière, 2006).

Par ailleurs, comparativement aux observations relevées en position tonique, la surface de l'espace acoustique est réduite en position atone chez tous les sujets. Comme décrit par Savy et Cutugno (1997), un déplacement des réalisations vocaliques vers le centre de l'espace acoustique est observé, correspondant à une centralisation des réalisations vocaliques, principalement pour les catégories moyennes /e ɛ o ɔ/ et pour /a/. Ce résultat, qui pourrait résulter d'une durée d'émission réduite des voyelles atones, concorde avec les hypothèses de Lindblom (1963 ; 1990b) qui a suggéré un lien entre accent de mot, durée de la voyelle et qualité de l'articulation. La durée peut effectivement être une explication d'un meilleur contrôle des gestes et ainsi d'une meilleure atteinte de la cible articulaire (cf. la notion de *undershoot target* : *ibid.*). À but comparatif, a été effectuée une mesure des durées moyennes des réalisations vocaliques en position tonique *vs* atone de /e/ d'une part et de /ɛ/ d'autre part, produites par les 13 locuteurs italophones dans les tâches de phrases lues et du texte lu⁵⁹. Le résultat, présenté Figure II.35, indique dans le cas de /e/ (à gauche) que les réalisations toniques (couleur unie) peuvent présenter une durée moyenne plus longue que les réalisations atones (hachures), ce qui est un résultat conforme aux travaux précédemment évoqués. En revanche, dans le cas de /ɛ/ (à droite dans la Figure II.35) qui correspond à un degré d'aperture mi-ouvert, la durée d'émission en situation atone est plus longue qu'en situation tonique, résultat qui interroge le statut de la voyelle chez les locuteurs testés.



⁵⁹ La tâche 3 n'a pas été considérée pour ces analyses pour deux raisons. Les sujets avaient pour consigne d'allonger la durée d'émission des voyelles toniques, donc la durée des voyelles cibles n'est pas naturelle. Les voyelles atones n'étaient présentes que dans le groupe verbal assurant le sens de la phrase mais exclu des observations.

Figure II.35 Durée moyenne et écart-type des voyelles /e/ et /ɛ/ produites par les 13 locuteurs italophones en langue maternelle pour les tâches de lecture 1 et 2 (en uni : les voyelles toniques, en hachuré : les voyelles atones).

On observe également un effet de l'accent (tonique *vs* atone) sur la taille des ellipses et le taux de recouvrement entre catégories. En situation atone, les nuages de points sont globalement plus étendus et se chevauchent davantage, confirmant entre autres les observations de Calamai (2002) et Albano Leoni et Maturi (1994). Perrier *et al.* (1996) ont à ce sujet montré que l'accent et le débit (lent *vs* moyen *vs* rapide) impactent la variabilité et la valeur des formants. L'impact du type de tâche apparaît d'ailleurs à travers la variabilité des réalisations : par catégorie vocalique, une variance phonétique accrue est observée sur les figures dans les tâches des phrases lues et du texte lu par rapport à la tâche de voyelles tenues.

Les conclusions des travaux cités précédemment pourraient expliquer ce résultat. Dans la tâche de voyelles tenues dans laquelle les participants avaient pour consigne d'augmenter la durée des voyelles lues, il est prédictible que les gestes articulatoires aient été amplifiés et mieux contrôlés et que la cible prototypique de chaque voyelle ait été mieux atteinte en termes d'articulation. De plus, comme montré par Savy et Cutugno (1997), Léon (2000) et Vaissière (2007), l'absence de contexte consonantique est un facteur de limitation de l'effet de coarticulation sur les transitions formantiques. La diminution de la variabilité des valeurs de formants observée dans les phrases à voyelles tenues peut s'expliquer ainsi, puisque les voyelles y sont produites en isolation. Cette variabilité des réalisations relevées au sein des catégories peut néanmoins être reliée à d'autres facteurs que la structure accentuelle et son impact sur la durée de la voyelle, par exemple la coarticulation, le style et le débit de parole – et donc l'hypoarticulation – (Lindblom, 1963 ; Lindholm *et al.*, 1988 ; Harmegnies et Poch-Olivé, 1992 ; Van Son, 1993 ; Savy et Cutugno, 1997 ; Gendrot et Adda-Decker, 2010). Les espaces vocaliques mesurés montrent globalement une surface plus grande en situation tonique qu'en situation atone. Cependant, certains sujets, parmi lesquels LF6, produisent des réalisations phonétiques acoustiquement moins extrêmes ou, en d'autres termes, un espace acoustique moins étendu en position tonique qu'en position atone. Dans ce cas précis, on peut penser que la réduction de la surface de l'espace vocalique pourrait être due à une hypoarticulation du locuteur, comme indiqué par Lindblom (*ibid.*). Margherita (2012) a trouvé qu'en situation atone, le style de parole (lue *vs* semi-spontanée dialoguée) a un impact direct sur la durée des voyelles et, de fait, sur la réduction vocalique, cette dernière étant accrue en situation d'interaction. Les travaux de recherche n'expliquent pas encore complètement la variabilité et les résultats ne font pas consensus. L'effet de la coarticulation sur la variabilité des réalisations d'un même phonème est par exemple nuancé par Hirsch, Monfrais-Pfauwadel, Sock et Vaxelaire. (2007 ; 2009) et Meunier *et al.* (2003) dont les travaux montrent chez des natifs de l'espagnol des ellipses de dispersion étendues pour les réalisations du phonème /a/ en direction des aires réservées aux voyelles centrales absentes du système phonologique maternel alors que les réalisations vocaliques sont produites sans contexte consonantique et dans des phrases porteuses identiques les unes aux autres. L'impact de la densité des espaces acoustiques sur la variabilité est un autre exemple de facteur faisant débat. Al-Tamimi (2007 ; 2008) trouve, en comparant des variétés d'arabe, une organisation différente de l'espace acoustique selon le nombre de voyelles qui composent le système. Au contraire, nos données ne montrent pas de variabilité majorée et des recouvrements d'ellipses augmentés chez des sujets possédant un inventaire vocalique à 5 phonèmes plutôt que chez ceux utilisant un système à 6 ou 7 voyelles, même entre les voyelles mi-fermées

et mi ouvertes, ou entre les voyelles fermées et mi-fermées. Ce résultat prolonge les résultats de Meunier *et al.* (2003) qui montrent qu'il n'y a pas, en production, de lien entre densité du système vocalique, variabilité des réalisations dans l'espace acoustique et recouvrement entre ellipses de dispersion. Ces auteurs ne trouvent en effet pas ou peu de recouvrement des ellipses de réalisation en espagnol et en français, langues exploitant respectivement 5 et 10 voyelles orales, mais les auteurs trouvent un recouvrement important des nuages de points en anglais dont le système vocalique possède 10 voyelles orales.

Nos résultats suggèrent donc un effet du type de tâche sur la variabilité acoustique des réalisations pour une catégorie phonologique donnée, mais aussi sur le nombre de catégories vocaliques qui composent un système (cf. Table II.4). Ainsi, excepté pour les sujets LF6 et LF2 qui possèdent un système stable dans les trois tâches de production (respectivement 5 et 7 voyelles), on observe pour un même locuteur un système vocalique plus ou moins large. On relève chez les sujets LH2, LF8 et LF9 un système vocalique moins dense dans le texte lu que dans les phrases lues et que dans les phrases à voyelles tenues : 5 voyelles dans le texte lu mais 6 voyelles dans les autres tests. Parce que le texte lu est une lecture d'un texte qui fait sens et non une lecture d'une suite de phrases porteuses numérotées, nous pourrions prédire un effet de la tâche sémantique sur le contrôle articulatoire en raison de l'attention spécifique qu'elle demande au lecteur. Les différences de système phonologiques selon le type de parole de référence pour un locuteur donné expliquent par exemple que Durand *et al.* (2002a) recommandent pour les enquêtes du projet PFC un protocole regroupant parole dialoguée (conversation guidée et conversation informelle), lecture de texte et d'une liste de mots. Néanmoins, la tendance inverse se vérifie dans nos résultats chez les sujets LF3 et LF4 qui possèdent un système à 6 voyelles en production de phrases lues mais à 7 voyelles dans le texte lu. Le sujet LF5 utilise 5 voyelles dans la tâche de lecture des phrases lues mais 6 dans celle du texte lu. On relève également un système vocalique comprenant un nombre de qualités vocaliques plus élevé chez les sujets LF3, LF10, LH1 et LH3 dans le texte lu que dans les voyelles tenues. Par exemple, LH3 utilise 5 voyelles dans les voyelles tenues et 6 voyelles dans le texte lu. Le locuteur LH1 présente un système à 6 voyelles dans les voyelles tenues et à 7 qualités vocaliques dans le texte lu. Cette différence ne trouve pas d'explication au regard des données sociolinguistiques relatives à l'âge, le genre, l'origine géographique, les compétences en langue ou en musique.

Concernant le texte lu, seuls deux sujets, LH3 et LF5, présentent un système à 6 voyelles. Sept sujets ont un système vocalique à 5 éléments et six sujets possèdent 7 voyelles. Concernant les voyelles tenues prononcées en isolation tout en étant insérées dans une phrase porteuse (assurant un contexte de coarticulation identique), on trouve trois sujets avec un système réduit à 5 voyelles (LF3, LH3 et LF6). Sept sujets possèdent un inventaire à 6 voyelles et cinq sujets un inventaire à 7 voyelles. La locutrice LF1 qui possède 5 catégories vocaliques dans les phrases lues et le texte lu en réalise 6 dans les voyelles tenues, et LF6 qui a un système vocalique à 5 voyelles également dans les deux premières tâches de production présente un inventaire à 7 voyelles tenues. En outre, la locutrice LF5 présente un système vocalique à 5 voyelles dans les phrases lues, à 6 voyelles dans le texte lu (de plus, avec un système où il y a assimilation des voyelles antérieures moyennes mais pas des voyelles postérieures moyennes) et à 7 voyelles dans les phrases à voyelles tenues. LH2 utilise 5 voyelles dans le texte lu mais 6 dans les phrases lues (test 1) et les phrases à voyelles tenues. Inversement, c'est dans les phrases lues que l'on trouve le moins d'inventaires à 7 voyelles pour notre groupe de sujets. Seuls trois sujets ont un inventaire à 7 voyelles

dans les phrases lues contre six sujets dans le texte lu et cinq sujets dans les phrases à voyelles tenues. Le sujet LF4 possède d'ailleurs un système à 6 voyelles dans les phrases lues mais à 7 voyelles dans le texte lu et dans les phrases à voyelles tenues. Ces différences de phonématique montrent par ailleurs que le système phonologique à 7 voyelles chez les sujets testés en production de "l'italien" n'est pas majoritaire, quelle que soit la tâche. Il n'existe pas de système phonologique normatif de départ pour les apprenants natifs d'une même langue, et notamment chez des locuteurs natifs de l'italien.

Une autre explication évidente de l'absence d'uniformité des réalisations acoustiques entre locuteurs italophones est l'existence de variantes régionales, influencées par les systèmes phonologiques dialectaux. Pour /u/ par exemple, le sicilien possède une aire de dispersion plus large que celle attendue en italien standard, car il s'étend en F_1 sur l'aire de /o/ (Serio *et al.*, 2005). Le phénomène s'observe aussi avec les voyelles antérieures non arrondies fermées et mi-fermées (cas des sujets LF3 et LF6 par exemple). Ce n'est au contraire pas du tout le cas du sarde qui n'utilise pas la voyelle postérieure mi-fermée en tant que phonème (on pense au sujet LH2 par exemple qui possède dans le texte lu un système tonique sans voyelles mi-fermées au profit des voyelles mi-ouvertes correspondantes). La diversité et la variabilité des espaces vocaliques intra-sujet ne permet pas d'identifier un comportement phonético-phonologique commun entre locuteurs d'une même variante régionale de l'italien et ne permet pas plus d'établir des types d'inventaires vocaliques et de répartitions acoustiques. La variation des systèmes vocaliques observée chez la majorité des locuteurs montre un effet du type d'usage sur les productions. Également, comme supposé par Romano et Bodello (2002) qui ont observé en situation « scolaire » un système phonologique ressemblant davantage à celui de la variante régionale de l'italien qu'à celui de l'italien standard ou à celui du dialecte, il est prédictible que les sujets, même s'ils se réfèrent à un italien scolaire et administratif ou à une variante régionale comme le suggèrent les mesures dans les tâches des phrases lues et des voyelles tenues, ne puissent éviter dans leurs systèmes des interférences dialectales ou régionales.

D'autre part, la Table II.7 montre que les valeurs moyennes des formants pour les voyelles toniques produites par les locuteurs italophones de notre étude confirment celles citées dans la littérature, même si les valeurs en F_1 des voyelles antérieures /i e ε/ et de /a/ sont globalement plus élevées dans nos travaux (cela ne se retrouve pas pour les autres formants). On relève aussi dans nos résultats des valeurs de formants de /u/ plus élevées. Pour F_1 par exemple, les valeurs de la littérature s'étendent pour les locuteurs de 325 à 280 Hz tandis que nous trouvons une échelle de 390 à 359 Hz. Les valeurs moyennes des formants F_1 , F_2 et F_3 relevées par Ferrero *et al.* (1995) comparées à celles que nous avons recueillies à la tâche de voyelles tenues montrent des similitudes.

Le découpage de la parole sous SPASS et la détection automatique des mesures de formants doivent conduire à des conclusions prudentes. Certaines ellipses trouvées très larges comparativement à celles observées dans la littérature pourraient y trouver une explication. Il se peut également que certaines réalisations aient un statut d'allophones utilisés dans certains mots ou dans certaines positions syllabiques. Les deux groupes de réalisations trouvés pour la voyelle /i/ dans la tâche 3 chez la locutrice LF8 pourraient être un exemple.

		Locuteurs						Locutrices					
		Phrases lues		Texte lu		Voyelles tenues		Phrases lues		Texte lu		Voyelles tenues	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
/ i /	F ₁	337	(19)	313	(31)	329	(75)	432	(43)	414	(46)	421	(67)
	F ₂	2213	(192)	2229	(153)	2328	(146)	2586	(116)	2507	(131)	2517	(183)
	F ₃	2872	(95)	2852	(57)	2885	(93)	3145	(166)	3098	(135)	3039	(186)
	F ₄	3811	(164)	3797	(155)	3765	(146)	3947	(200)	3974	(231)	3861	(256)
/ e /	F ₁	427	(21)	428	(19)	438	(5)	484	(23)	480	(19)	498	(34)
	F ₂	1867	(224)	1861	(260)	2012	(215)	2279	(147)	2213	(134)	2361	(166)
	F ₃	2625	(76)	2653	(78)	2717	(78)	3035	(118)	3018	(134)	3099	(119)
	F ₄	3639	(53)	3736	(175)	3710	(185)	3947	(254)	3933	(244)	3856	(322)
/ ε /	F ₁	516	(55)	516	(42)	559	(49)	582	(74)	563	(50)	621	(86)
	F ₂	1772	(184)	1804	(185)	1882	(198)	2098	(119)	2176	(129)	2182	(125)
	F ₃	2600	(11)	2642	(53)	2645	(64)	2989	(127)	3053	(84)	3042	(170)
	F ₄	3711	(62)	3688	(207)	3687	(184)	3857	(308)	3826	(286)	3744	(278)
/ a /	F ₁	648	(66)	645	(42)	813	(15)	757	(65)	771	(76)	917	(76)
	F ₂	1278	(83)	1416	(103)	1375	(73)	1499	(77)	1652	(60)	1535	(68)
	F ₃	2536	(94)	2559	(80)	2646	(51)	2871	(184)	2898	(176)	2882	(225)
	F ₄	3621	(198)	3711	(164)	3711	(165)	3886	(123)	3865	(139)	3892	(181)
/ ɔ /	F ₁	565	(55)	492	(19)	526	(17)	609	(46)	588	(60)	592	(67)
	F ₂	1133	(43)	1121	(91)	968	(29)	1217	(58)	1219	(71)	1115	(38)
	F ₃	2620	(16)	2691	(47)	2677	(96)	2968	(233)	2890	(166)	2917	(171)
	F ₄	3625	(121)	3588	(74)	3564	(234)	3847	(120)	3904	(70)	3919	(158)
/ o /	F ₁	501	(10)	478	(20)	470	(5)	550	(33)	543	(37)	542	(42)
	F ₂	1124	(37)	1189	(37)	999	(59)	1173	(112)	1308	(79)	1112	(56)
	F ₃	2706	(77)	2696	(89)	2699	(114)	3037	(151)	2944	(143)	2899	(159)
	F ₄	3582	(218)	3614	(126)	3637	(147)	3890	(147)	3856	(133)	3926	(93)
/ u /	F ₁	387	(26)	390	(30)	359	(34)	432	(37)	429	(66)	411	(40)
	F ₂	984	(68)	967	(119)	801	(84)	983	(41)	1027	(82)	825	(59)
	F ₃	2639	(56)	2808	(231)	2674	(121)	2825	(142)	2864	(243)	2875	(184)
	F ₄	3721	(176)	3572	(310)	3587	(73)	3878	(122)	3876	(105)	3888	(145)

Table II.7 Valeurs moyennes et écarts types entre parenthèses pour les trois locuteurs et les dix locutrices par voyelle tonique dans les tâches de phrases lues, texte lu et voyelles tenues en italien. La densité du système peut varier entre locuteurs.

Ces questions engagent à une réflexion plus large et à des analyses complémentaires, lesquelles permettraient notamment de vérifier l'usage, par certains locuteurs, de variantes autres que celles décrites dans le présent chapitre, mais aussi de décrire la variation phonétique existant au sein de catégories phonologiques, avec en particulier une description des distributions complémentaires existant pour une voyelle donnée. De telles observations, qui prendraient davantage en compte les profils sociolinguistiques des sujets testés dans cette expérience, pourraient prolonger les travaux de Contini et Boë (1972), Mioni (1973), Romano et Manco (2004), Serio *et al.* (2005) et Manco (2006) décrits en début de chapitre (Section II.1).

II.4.2 A propos des distances entre formants

Les analyses formantiques entre formants adjacents mettent en évidence plusieurs résultats. Les mesures exprimées en Hz et en Bark amènent aux mêmes conclusions.

Lorsque l'on compare les distances entre formants pour les voyelles communes à l'italien et au français, des similitudes sont observées quant à la paire de formants présentant une convergence pour les voyelles postérieures /u o ɔ/, mais une différence est trouvée pour la voyelle antérieure /i/.

En italien, ($F_2 - F_1$) semble un bon indicateur pour distinguer les voyelles antérieures et postérieures, ce qui est en accord avec les travaux de Ferrero (1992). Nos résultats montrent une distance entre F_1 et F_2 pour /i e

ϵ / qui dépasse largement le seuil critique de 3.5 Bark, tout particulièrement pour la voyelle /i/. Les valeurs ($F_2 - F_1$) pour les voyelles antérieures produites par les participants à l'étude de production diffèrent de près de 200 Hz entre /i/ (entre 1932 et 2023 Hz pour les locuteurs, entre 1980 et 2208 Hz pour les locutrices), /e/ (entre 1447 et 1577 Hz pour les locuteurs, entre 1702 et 1873 Hz pour les locutrices) et / ϵ / (entre 1212 et 1342 Hz pour les locuteurs, entre 1523 et 1613 Hz pour les locutrices). Les distances calculées en Bark livrent un résultat comparable. Une telle observation corrobore celle de Ferrero (1968 ; 1992) qui trouve en moyenne dans les réalisations de 20 locuteurs masculins natifs de l'italien une différence d'un peu plus d'1 Bark dans la mesure de distance ($F_2 - F_1$) entre /i/ (entre 10.43 et 10.91 Bark), /e/ (entre 9.07 et 9.08 Bark) et / ϵ / (entre 7.30 et 7.09 Bark). F_2 pourrait subir une variation spécifique pour se rapprocher d'un autre formant, soit F_1 soit F_3 , et pourrait être à l'origine de la distinction perceptive de chacune de ces voyelles entre elles. Pour en revenir à /i/ qui nous intéresse plus particulièrement, les projections dans les plans F_1/F_2 et F_2/F_3 présentés dans ce chapitre ainsi que les mesures d'écart entre formants successifs suggèrent que /i/ est une bonne illustration de voyelle périphérique comme montré pour le français par Schwartz *et al.* (1997c). Nos résultats indiquent que la convergence de formants existe pour /i/ italien mais que, conformément aux conclusions de Ferrero *et al.* (1995), elle est due à une distance moindre entre F_2 et F_3 . Cette observation suggère que les spectres acoustiques de [i] italien et de [i] français ne sont pas comparables, et que la fréquence de F_3 est à l'origine de cette différence. La convergence formantique F_3/F_4 est donc moins compacte en italien qu'en français. Ces mesures vont dans le sens de l'étude de Gendrot *et al.* (2008) et sont d'ailleurs équivalentes. Gendrot *et al.* (*ibid.*) ont trouvé une distance entre F_3 et F_4 pour /i/ de 645 Hz ($\sigma = 230$ Hz) en production du français et de 895 Hz ($\sigma = 301$ Hz) en production de l'italien. Pour /i/ tonique produit par des locuteurs italophones (puisque l'on compare nos résultats à une étude s'intéressant aux hommes uniquement), nos résultats montrent un écart formantique en F_3/F_4 de 904 Hz à la tâche de phrases lues, 885 Hz à la tâche du texte lu et 867 Hz à la tâche de voyelles tenues (cf. Table II.5). Nos résultats suggèrent qu'en italien, /i/ ne serait pas forcément moins focal qu'en français mais que le centre de gravité spectral ne concerne pas les mêmes formants. Nous trouvons en effet une distance moindre en F_2/F_3 qu'en F_3/F_4 : 680 Hz au test 1, 660 Hz au test 2 et 623 Hz au test 3, donc de l'ordre de 650 Hz en moyenne dans les productions des locuteurs italophones. Pour les phrases lues, on observe par exemple une concentration formantique au niveau de F_2/F_3 plutôt que de F_3/F_4 chez 12 des 15 sujets. Il est intéressant de souligner qu'une telle convergence entre F_2 et F_3 a été montré pour /y/ en français (Schwartz *et al.*, 1997c ; Vaissière, 2007 ; Gendrot *et al.*, 2008 ; Georgetown *et al.*, 2012) et que cette différence de valeurs est estimée entre 500 Hz (Georgetown *et al.*, 2012) et 600 Hz (Gendrot *et al.*, 2008), ce qui est assez proche de nos résultats. Par ailleurs, Gendrot *et al.* (2008) trouvent que la valeur en F_3 pour /i/ diffère selon les langues. Ils suggèrent que les langues n'utilisent pas exactement le même procédé articulatoire pour son émission. Nos résultats vont dans le sens de leur hypothèse. L'écart minimal entre F_2 et F_3 pour /i/ en italien pourrait trouver une explication dans la différence articulatoire de trait d'arrondissement. Il est possible que les natifs de l'italien réalisent [i] de façon moins étirée que ne le font les natifs du français, ce qui confirmerait les propos de Barthelemy (2003), Canepari (2006) et Zedda (2006). Une raison pourrait être qu'il n'existe aucun risque de confusion perceptive avec un phonème acoustiquement proche dans le système phonologique natif.

Concernant les voyelles postérieures /u o/ et /ɔ/, la convergence en F_1/F_2 trouvée en français (Liénard, 1977 ; Calliope, 1989 ; Vaissière, 2006 ; Georgetown *et al.*, 2012) et en italien (Ferrero, 1992) est également observée dans notre étude. L'écart formantique moyen pour ces trois voyelles a été estimé entre 400 et 550 Hz en français selon les études (*ibid.*) et entre 375 et 400 Hz en italien par Ferrero (1992). Nos résultats pour les trois tâches de production et pour les trois voyelles confondues montrent pour l'italien un écart moyen entre formants de 555 Hz pour les locuteurs ce qui est toutefois supérieur aux mesures de Ferrero (*ibid.*). Pour les locutrices, nos résultats indiquent un rapprochement de 589 Hz. La distance entre F_1 et F_2 apparaît dans nos données plus élevée que celle trouvée dans la littérature pour le français mais aussi que dans l'étude de Ferrero (1992). Les productions de voyelles tenues émises d'une part, sur une durée plus longue que dans les autres tests et d'autre part, sans contexte de coarticulation, la concentration maximale entre F_1 et F_2 est systématique chez l'ensemble des locuteurs et elle est en outre renforcée (pour les locuteurs : phrases lues : 559 Hz, texte lu : 646 Hz, voyelles tenues : 459 Hz ; pour les locutrices : phrases lues : 615 Hz, texte lu : 610 Hz, voyelles tenues : 540 Hz). Comme suggéré par Gendrot *et al.* (2008), l'allongement de la durée semble avoir pour conséquence indirecte une distance plus faible entre les formants concernés par le phénomène de convergence. Cela concorde également avec les résultats de Ferrero (1992) qui rapporte une distance plus petite entre F_1 et F_2 pour les voyelles postérieures quand la fenêtre d'analyse est de 300 ms (étude de 1968, cf. Ferrero, 1968) plutôt que de 30 ms (étude de 1992, *ibid.*).

La comparaison des productions des voyelles à travers l'observation des valeurs moyennes de formants et des distances entre paires de formants de l'italien et du français a permis de mettre en évidence des différences entre les langues. On trouve des valeurs moyennes très différentes en F_2 pour les voyelles antérieures /i e/ en italien et en français et en F_1 pour /a/, mais des recouvrements évidents pour les voyelles postérieures. Cette remarque concerne autant les locuteurs que les locutrices. En revanche, excepté pour /i/, les distances entre paires de formants pour les voyelles communes aux deux langues concordent massivement. Comme suggéré par Ferrero (1992), la structure interne de chaque système vocalique semble contrainte, au niveau articulatoire, par les degrés de liberté et, sur le plan perceptif, par des exigences de normalisation du signal sonore et de reconnaissance des phonèmes entre locuteurs.

À propos de la méthodologie de recherche, quelques pistes nouvelles pourraient permettre d'approfondir ces résultats :

- La compréhension des différences d'antériorité et d'aperture des voyelles communes au français et à l'italien pourrait être améliorée avec la projection des espaces acoustiques sous forme de diagrammes associant aux valeurs formantiques F_1 , F_2 , F_3 en ordonnées des différences de valeurs de formants ($F_3 - F_2$), ($F_2 - F_1$), ($F_1 - F_0$).⁶⁰ Les différences de formants pourraient être mesurées selon une échelle auditivo-perceptive, comme celle en Bark de Traunmüller. Pour l'italien, Ferrero a montré en 1992 qu'en italien, seules les voyelles /i e o u/ ont des différences de valeurs ($F_1 - F_0$) inférieures à 3.5 Bark. Il a rapporté que la valeur ($F_1 - F_0$) de /a/ est toujours supérieure à 4 Bark et qu'elle peut même s'étendre jusqu'à 6 Bark chez les locuteurs recrutés pour ses observations. Ayant également trouvé qu'entre chaque degré de

⁶⁰ F_0 est la fréquence fondamentale du locuteur

constriction du conduit vocal (/i u/, /e o/, /ɛ o/ /a/), une différence significative de 1 Bark existe entre les mesures ($F_1 - F_0$) (mais qu'entre voyelles d'une même aperture, la différence en Bark est inférieure à .5), il a suggéré que la dimension ($F_1 - F_0$) était une mesure pertinente pour quantifier l'aperture vocalique. Dans la perspective d'observer la mise en place de nouvelles catégories comme /y/ et /ø/ dans la langue cible, cette mesure de la différence ($F_1 - F_0$) pourrait donc apporter des informations complémentaires.

- Puisque le deuxième formant semble être un bon indicateur de l'antériorité d'une voyelle, la position des voyelles pourrait être comparée en calculant la valeur de F'_2 en tant que pondération de F_2 , F_3 et F_4 . Il serait également un indice immédiat de la position du centre de gravité spectral de la voyelle considérée, permettant de confronter la focalisation des voyelles en français et en italien. De plus, pour compléter les observations sur les distances entre formants, il serait intéressant de regrouper les réalisations des voyelles /o/ et /ɔ/ chez les sujets qui neutralisent l'opposition phonologique. Cela permettrait de comparer les mesures d'écarts entre F_1 et F_2 selon que les sujets ont un système à 5, 6 ou 7 voyelles en italien langue maternelle. Enfin, il serait intéressant d'observer l'effet sur les valeurs de formants du contexte consonantique précédent et suivant les voyelles. En effet, les valeurs moyennes de formants sont directement impactées par l'accent de la syllabe mais surtout par la consonne coarticulée. Romito (2000) a par exemple trouvé en italien des différences de l'ordre de 80 Hz en F_1 et 50 Hz en F_2 pour /a/ selon que [k] ou [p] précède la voyelle.

II.5 Confusions prédictibles entre les deux langues et hypothèses sous-jacentes

Des analyses comparées entre langue de départ et langue cible permettent de prédire une partie des éléments pouvant complexifier ou faciliter l'apprentissage des sons d'une langue étrangère. L'Hypothèse de l'Analyse Contrastive (Lado, 1957) et les modèles et théories d'acquisition des sons de parole (Kuhl, 1991 ; 1993 ; Iverson *et al.*, 1994 ; Iverson et Kuhl, 1994 ; 1995 ; 1996 ; Kuhl, 2000 ; Best, 1994 ; 1995 ; Best *et al.*, 1996 ; Best *et al.*, 2001 ; Best *et al.*, 2003 ; Flege, 1987 ; 1988 ; 1992 ; 1995 ; 2002 ; Flege, Schirru et MacKay, 2003) tentent de prédire les effets de la langue source sur l'apprentissage phonético-phonologique de la langue cible (cf. Chapitre I : I.III.1 et I.IV).

En considérant les connaissances théoriques sur la prononciation, les inventaires phonologiques du français standard, de l'italien standard et des variantes régionales de l'italien, et les données acoustiques que nous avons recueillies en production de l'italien langue maternelle, nous pouvons prédire – dans une perspective généraliste chez les sujets italophones – les spécificités suivantes :

- une diphtongaison de certaines voyelles, notamment [i] et [u] après une consonne et devant une voyelle (Babini, 1997) ;
- un excès de la nasalisation dans l'émission des voyelles orales en raison de l'absence d'opposition orale/nasale en italien ;
- d'après la comparaison des inventaires phonologiques et selon l'Hypothèse de l'Analyse Contrastive (Lado, 1957), une production correcte de [i] qui présente une extrême stabilité dans les langues du monde. Cependant, les observations acoustiques prédisent, pour les trois sujets qui réalisent des voyelles moins

tendues, une difficulté plus importante à différencier /y/ de /i/ que de /u/. De plus, les différences entre les zones de proximité formantique pour /i/ dans les deux langues et la convergence trouvée dans les deux cas entre F₂ et F₃ pour /i/ en italien et /y/ en français pourraient être à l'origine d'une difficulté à produire /i/ focalisé au niveau de F₃ et F₄ comme attendu dans la langue cible ;

- une variation dans les réalisations de /a/ trop large en F₁, notamment en direction des aires réservées aux voyelles non périphériques du français, en particulier vers la zone de réalisations de /œ/ français. La raison de cette variabilité plus élevée en italien qu'en français pourrait trouver son origine dans l'absence de risque de confusion perceptive en italien avec des voyelles mi-ouverte et mi-fermée antérieures arrondies ;
- une production trop variée en F₂ pour les réalisations sonores de /u/ en raison d'une différence dans sa correspondance phonique entre les deux langues comparées ;
- une production des voyelles périphériques mi-fermées /e o/ et mi-ouvertes /ɛ ɔ/ bien distinctive pour certains natifs de l'italien, moins bonne pour d'autres, en fonction du nombre de voyelles, du type d'inventaire et des types de recouvrements rencontrés dans leur système phonologique de référence et dans tous les cas trop variée en F₂ du fait de l'absence de voyelles antérieures arrondies (donc non périphériques) en italien ;
- une difficulté lors de la production des voyelles antérieures arrondies [y ø œ] en raison de l'absence de ces sons en langue italienne.

Concernant la perception de sons non-natifs, de nombreux chercheurs ont montré qu'une perception défectueuse impacte la qualité de la production (Flege, 1987 ; Flege *et al.*, 1995 ; Hallé *et al.*, 1999 ; Aoyama *et al.*, 2004) mais Tran (2011) a montré qu'une mauvaise production ne signifie pas qu'il y a forcément mauvaise perception (cf. Chapitre I.1). Des difficultés de perception des voyelles orales du français par des natifs de l'italien peuvent être suggérées avec précaution à partir des résultats en production obtenus dans ce chapitre. Ainsi, il peut être prédit :

- une perception correcte des voyelles extrêmes périphériques /i a u/ qui sont des phonèmes communs aux deux langues et à 9/10^{ème} des langues du monde (Vallée, 1994) ;
- une discrimination des oppositions /e/~e/ et /o/~ɔ/ en français lorsque le locuteur italoophone distingue /e/~e/ et /o/~ɔ/ dans son système phonologique ;
- dans le cas où un locuteur possède un espace acoustique montrant un recouvrement des ellipses de dispersion des voyelles postérieures fermée et mi-fermée, une discrimination moins bonne de l'opposition /u/~o/ ;
- une perception difficile des voyelles antérieures arrondies parce qu'elles sont absentes du système phonologique des italophones mais surtout parce qu'elles sont acoustico-phonétiquement proches de sons présents dans la langue maternelle (cf. sur cette question les travaux de Flege, 1987 et Hallé *et al.*, 1999). Si l'on s'inscrit dans la théorie de Flege (1987), on s'attend à un classement par équivalence des sons non-natifs [y ø œ] avec des classes de sons phonétiquement différents dans la langue cible mais partageant des caractéristiques acoustico-phonétiques. Selon les prédictions de Canepari (2007) qui rapporte une tendance articulatoire à la centralisation de ces voyelles chez les locuteurs natifs du français, un natif de l'italien tendrait davantage à catégoriser les voyelles antérieures arrondies comme des exemplaires de

catégories postérieures arrondies plutôt qu'antérieures non-arrondies. Une réalisation /y/ émise par un français aurait selon Canepari plus de risque d'être assimilée perceptivement comme un exemplaire de /u/ plutôt que de /i/. La théorie de Best (1995 ; Best *et al.*, 2001) prédit que les sons sont interprétés comme ressemblants selon une échelle qualitative allant de bon exemplaire, exemplaire acceptable ou exemplaire déviant. Vu l'occupation des aires de /i/ et /u/ dans les espaces acoustiques des sujets, on s'attend à ce que [y] et [ø] ou [ø] et [œ], qui sont des paires de sons non-natifs appartenant à des catégories non-natives distinctes et qui sont absents des systèmes de l'italien, soient jugés comme des réalisations déviantes d'une seule et même catégorie native. Cela signifie a priori que /u/ et /o/ pourraient être confondus par les natifs de l'italien avec /y/ et /ø/ (sans préférence d'aperture), résultat qui prolongerait les observations de Flege (1987) et les prédictions de Canepari (2007). Néanmoins, au vu des réalisations centrales de certaines réalisations de /i/ dans le plan F₁/F₂ (Figure II.17 à Figure II.32), la confusion perceptive pourrait s'opérer chez certains sujets avec /i/ et /e/.

Les théories de Flege, Best et Kuhl permettent d'anticiper aussi que les sujets devraient cependant présenter des difficultés à différencier entre elles les voyelles antérieures arrondies /y/ et /ø/. On s'attend cependant, dans le cas d'une écoute comparée des catégories inexistantes dans leur langue de référence, à ce que les natifs de l'italien puissent les discriminer, du moins partiellement, en effectuant une tâche acoustique ou bien lorsque la cible vocalique non-native se trouve opposée à une voyelle antérieure. Cela ne signifie pas qu'ils puissent les catégoriser ni les identifier puisqu'une telle compétence phonologique nécessite un apprentissage préalable.

Ces éléments sur les différences entre les systèmes vocaliques de l'italien et du français facilitent la conception adaptée de protocoles expérimentaux et serviront l'interprétation des comportements des participants. Les études menées en compétence de discrimination (Chapitre III) et en production (Chapitre IV ; dans ce dernier cas, constitutives de l'interphonologie des sujets italophones) permettront à leur tour de vérifier les prédictions résultantes de l'analyse contrastive et des observations acoustiques. En effet, deux protocoles expérimentaux ont été mis en place afin d'évaluer les compétences des natifs de l'italien à percevoir auditivement et à produire les voyelles orales du français, pour certaines absentes de leur système de référence, et selon que ces stimuli sont émis en voix parlée ou en voix chantée, ou encore qu'ils ont été appris par le biais ou non d'une méthode de phonétique corrective incluant la voix chantée.

Considérer l'ensemble de ces observations, obtenues à partir de données recueillies sur le terrain, d'hypothèses et de théories ou de données extraites de la littérature, a ainsi été une étape incontournable pour (1) maximiser la qualité de prédiction des transferts et interférences possibles lors de l'apprentissage de la langue étrangère, (2) adapter au mieux le choix du contenu pédagogique de la méthode de correction phonétique mais aussi les protocoles expérimentaux, et (3) analyser les données puis interpréter correctement les résultats issus des passations.

Dans la partie suivante est présentée la démarche expérimentale entreprise pour les deux études conduites durant cette thèse. La première étude porte sur la perception des voyelles du français par des italophones, tandis

que la deuxième porte sur la production des voyelles du français dans le cadre d'un apprentissage de la phonétique du français langue étrangère.

II.6 Conclusion

Dans le présent chapitre a été montrée l'ambivalence de la notion de langue standard dans le cadre de l'enseignement-apprentissage des langues. Des variantes régionales coexistent et elles sont influencées par les systèmes phonologiques des dialectes de chaque aire géolinguistique. Considérant les segments vocaliques qui subissent davantage les variations phonético-phonologiques que les segments consonantiques, les différences entre les densités, les inventaires et la structure des systèmes sont majeures. Une étude des espaces acoustiques de natifs de l'italien nous a semblé essentielle afin de contrôler les variations de systèmes linguistiques intra-participants et inter-participants. Nous avons montré que les voyelles antérieures arrondies utilisées en français sont absentes de la grande majorité des systèmes phonologiques existant en Italie et c'est la première raison justifiant leur sélection comme voyelles cibles dans nos études de perception (Chapitre III) et de production (Chapitre IV).

La démarche expérimentale mise en place pour proposer des réponses à notre problématique de recherche sur le rôle de la voix chantée pour la perception et la production de voyelles non-natives est exposée plus en détail dans les chapitres suivants. Nous présentons dans un premier temps (Chapitre III) l'étude de perception visant à mettre en exergue le rôle de paramètres intrinsèques à la voix chantée sur la discrimination de voyelles non-natives. Dans un second temps (Chapitre IV), nous exposons l'étude de production dont la spécificité est d'être de type écologique (autrement dit dans un contexte naturel d'enseignement-apprentissage) et longitudinal. Celle-ci vise à observer dans sa globalité les effets d'une méthode didactique incluant le travail en voix chantée comparativement à une méthode traditionnelle.

Chapitre III

Effet de la durée vocalique,
de la fréquence
fondamentale et du
contexte consonantique sur
la perception de voyelles
non-natives

Try again, fail again, fail better

Beckett, S. (1983). *Worstward Ho*. Londres : Calder, 42

L'étude rapportée dans ce chapitre consiste à explorer la perception, par des italophones, de phonèmes vocaliques absents de leur langue maternelle. Parmi les études ponctuelles (Purcell et Suter, 1981 ; Lowe, 1998 ; Magne *et al.*, 2004 ; 2006 ; Slevc et Miyake, 2006 ; Kolinsky *et al.*, 2009) et longitudinales (Fish, 1984 ; Karimer, 1984 ; Konopczynski, 1987 ; Standley et Hughes, 1997 ; Register, 2001 ; Thompson *et al.*, 2004 ; Ritt-Cheippe, 2010 ; Cornaz, 2008 ; Degé et Schwazer, 2011) concluant à l'effet positif de la musique ou du chant sur la perception et la production d'une langue non-native (cf. Sections I.1.5 et I.2.3) aucune n'a décorrélé les paramètres physiques de ces deux types de phonation pour permettre d'identifier ceux qui sont responsables des meilleurs résultats. Selon la méthode verbo-tonale (Renard, 2002 ; cf. Section I.2.1), la variation de fréquence fondamentale (et en particulier son élévation) pourrait affecter la distance perceptive entre phonèmes non-natifs et phonèmes natifs. Également, l'allongement de la durée vocalique faciliterait l'analyse de la structure du spectre acoustique par l'auditeur, augmentant de fait ses chances d'entendre les éléments habituellement non pertinents dans sa langue maternelle. Chacun de ces outils améliorerait la récupération d'indices acoustiques pertinents pour la catégorisation correcte de sons non-natifs. Dans le but de mieux comprendre le rôle de tels paramètres acoustiques qui distinguent la voix parlée de la voix chantée (pour la durée vocalique, cf. Scotto di Carlo, 1975 ; pour les hauteurs : Peretz *et al.*, 1994) et qui servent la reconnaissance de l'*input* perceptuel et sa classification comme élément musical ou élément parlé (Liégeois-Chauvel *et al.*, 1998), une partie des expériences présentées dans ce chapitre interroge l'influence de l'allongement vocalique et de la fréquence fondamentale sur la perception des voyelles antérieures arrondies fermée /y/ et mi-fermée /ø/ du français. Une autre partie des études questionne l'attribution, par les verbo-tonalistes également, d'une échelle d'acuité des consonnes et l'effet de l'entourage consonantique sur la perception d'une voyelle non-native (cf. Section II.1). À propos des outils exploités par les verbo-tonalistes pour l'amélioration de la perception et à propos du rôle de caractéristiques intrinsèques à la voix chantée sur la discrimination de voyelles non-natives qui, à notre connaissance, n'ont pas fait l'objet d'étude particulière, quelques questions sous-jacentes pourraient être posées dans les termes suivants :

- La durée vocalique et/ou la fréquence fondamentale impacte-t-elle la compétence de discrimination d'une voyelle non-native ? Est-ce que l'effet de l'allongement vocalique est différent selon que la durée est unique ou répétée ? Est-ce que l'effet fréquence fondamentale est différent selon que la hauteur est stable ou qu'elle est modifiée ?
- Est-ce que /y/ et /ø/ seraient mieux discriminés en contexte consonantique dit « clair » (c'est-à-dire diffus) plutôt que « sombre » (autrement dit compact) ?

Un apprenant de langue étrangère se représente le nouveau système phonologique à travers celui (ou ceux) qu'il connaît (Polivanov, 1931 ; Troubetskoy, 1939 ; cf. Sections I.1.1 et II.2). Selon le modèle de l'apprentissage de la parole de Flege (1987), une catégorie phonologique de la langue étrangère absente de la langue maternelle peut être perceptivement traitée par un non-natif selon trois critères : *identique*, *semblable* ou *différente* – dite *nouvelle* – d'une catégorie de sa langue maternelle. [y] partage des caractéristiques phonétiques avec [i] en ce sens qu'il est antérieur, mais aussi avec [u] en ce sens qu'il est arrondi. Selon la théorie de Flege, /u/ pourrait donc être traitée comme semblable à la catégorie antérieure fermée non arrondie ou postérieure fermée. De même que Rochet (1995) qui a montré que des locuteurs natifs de l'espagnol traitent les voyelles antérieures arrondies du français comme similaires aux voyelles antérieures de même aperture, la proximité acoustique entre un

exemplaire de la catégorie non-native jugée semblable et l'exemplaire d'un phonème voisin natif n'a pas d'effet sur le mode d'assimilation perceptive. Il n'est ainsi pas évident que la voyelle antérieure arrondie fermée qui partage plus de traits articulatoires avec /i/ qu'avec /u/ soit davantage confondue avec la première qu'avec la seconde catégorie. Canepari (2006) prédit par exemple une assimilation perceptive de /y/ avec /u/ par les natifs de l'italien en raison de son articulation centralisée par les natifs du français (cf. Section II.1.2). Canepari (*ibid.*) prédit que, lorsque le contraste est antérieur, aucun effet du contexte consonantique sur la discrimination de cette voyelle n'est attendu dans la mesure où la discrimination de /y/ est censée être bonne chez des italophones. Cependant, chez certains sujets testés dans le chapitre II, nous avons relevé des ellipses de dispersion de /i/ s'étendant sur des zones réservées à la catégorie /y/ en français, suggérant que les réalisations de /i/ sont parfois très centralisées et prédisant la possibilité que certains natifs de l'italien assimilent /y/ à /i/ (cf. Section II.2). Une observation transversale des résultats devrait apporter des éléments de réponse quant au traitement perceptif opéré par les italophones d'un phonème antérieur arrondi absent de leur système phonologique natif. Dans ce contexte, les questions complémentaires sont :

- Quel type d'assimilation perceptive opèrent les italophones pour les voyelles antérieures arrondies fermée /y/ et mi-fermée /ø/ du français ? La discrimination est-elle meilleure quand, degrés d'aperture confondus, la voyelle à laquelle est comparé /y/ est antérieure plutôt que postérieure ?

À partir des résultats de l'étude acoustique présentée dans le chapitre II et des éléments théoriques rapportés dans le chapitre I, notamment sur le rôle du crible phonologique (Troubetskoy, 1939), sur l'Hypothèse de l'Analyse Contrastive (Lado, 1957), sur les théories et modèles des processus d'apprentissage des sons (Best, 1995 ; Flege, 1995), sur le rôle de la musique pour la perception de sons non-natifs et à partir des suggestions de la méthode verbo-tonale, plusieurs hypothèses peuvent être formulées :

- Hypothèse 1 : /y/ est mieux discriminé de /u/ en contexte consonantique prévocalique clair comme /t/ plutôt que sombre, par exemple /p/.
- Hypothèse 2 : /y/ et /ø/ sont respectivement d'autant mieux discriminés de /u/ et /o/ que la fréquence fondamentale d'émission de la voyelle est montante.
- Hypothèse 3 : /y/ et /ø/ sont d'autant mieux discriminés que la durée d'émission de la voyelle est longue.

Pour observer l'effet de la voix chantée sur la discrimination de voyelles non-natives, l'étude des paramètres audio de durée vocalique et de fréquence fondamentale importe. Toutefois, la musique est intrinsèquement mouvement, autrement dit dynamique. Ses caractéristiques fondamentales sont la présence dans le temps d'un enchaînement de stimuli audio de durées égales ou de durées variées (ce que l'on nomme *rythme*) et la variation éventuelle de fréquence fondamentale entre les stimuli audio (ce que l'on nomme *ligne mélodique*). L'effet de la voix chantée sur la perception de voyelles non-natives pourrait ainsi être renforcé lorsqu'il y a modulation de la fréquence fondamentale de la voyelle ou lorsqu'il y a répétition d'un stimulus vocalique de durée *i*.

- Hypothèse 4 : /y/ et /ø/ sont mieux discriminés quand la fréquence fondamentale d'émission du stimulus est modulée ;
- Hypothèse 5 : /y/ et /ø/ sont mieux discriminés quand la voyelle d'une durée i est répétée.

Enfin, à propos du mode d'assimilation phonologique, la dernière hypothèse – de type transversale – est la suivante :

- Hypothèse 6 : chez des italophones, les voyelles /y/ et /ø/ sont mieux discriminés si elles contrastent avec des voyelles antérieures plutôt que postérieures, quelle que soit la hauteur d'émission du stimulus audio et quelle que soit la durée vocalique.

Pour tenter de répondre à ces hypothèses 5 expériences ont été conçues. Nous anticipons que la significativité des résultats, quand il y a significativité, sera plus marquée pour les groupes de participants naïfs dans des langues dont les systèmes acoustiques possèdent des voyelles antérieures arrondies. Toutes ces hypothèses sont fondées sur la théorie que 1/ les sujets se réfèrent à une variante régionale de l'italien et 2/ que l'apprentissage de la perception de langues non-natives est davantage influencé par les rapports spécifiques qu'entretiennent les sons dans le système vocalique de la variante régionale que dans celui du ou des dialectes connus.

Dans ce chapitre sont présentés (1) le protocole expérimental de notre étude de perception des voyelles non-natives et le mode de recueil et d'analyse des données et (2) les résultats sur la discrimination des voyelles antérieures arrondies non-natives /y/ et /ø/ pour chacune des cinq expériences. L'effet de chaque condition testée est observé dans une sous-section spécifique : effet fréquence fondamentale, de l'allongement de la durée vocalique et du contexte consonantique prévocalique. Concernant l'effet hauteur et de la durée sur la discrimination des voyelles non-natives /y/ et /ø/, nous présentons successivement les résultats liés à l'émission de la syllabe en modalité unique (autrement dit quand elle n'est ni modifiée, ni répétée) puis liés à son émission en modalité répétée ou modifiée. La dernière sous-section interroge l'effet du contraste vocalique pour lequel les observations sont effectuées de manière transversale à partir de l'ensemble des résultats. La conclusion de ces travaux en perception se trouve dans la dernière section de ce chapitre.

III.1 Matériel et méthode

III.1.1 Corpus audio

III.1.1.1 Stimuli syllabiques

Les stimuli retenus pour cette expérimentation en perception des voyelles du français ont été sélectionnés parmi les productions contrôlées d'un locuteur (intitulé Ho1) et deux locutrices (nommées Fe1 et Fe2) natifs du français. Ces derniers ont été choisis parce qu'ils étaient chanteurs, donc ayant une maîtrise de leur voix, notamment l'aptitude à dissocier intensité et fréquence fondamentale, et la capacité de produire un son tenu sur plusieurs secondes. Les chanteurs ont été enregistrés dans la chambre anéchoïde du GIPSA-Lab (Laboratoire

Grenoble Image Parole Signal et Automatique) à l'aide d'un microphone AKG C1000S à directivité cardioïde et d'un enregistreur numérique Marantz PMD 670 (*Figure III.1*). Des fichiers audio au format WAV échantillonnés à 44.1 kHz sur 16 bits ont été obtenus. Chaque stimulus correspondait à une syllabe de type CV, C étant /p/ ou /t/, et V correspondant à l'une des voyelles orales du français /i e ε a y ø œ u o ɔ/.



Figure III.1 Enregistrement d'une des chanteuses dans la chambre anéchoïde du GIPSA-lab.

Les occlusives sourdes [p] et [t] ont été choisies pour leurs spécificités acoustiques (facilitant la segmentation ultérieure des signaux de parole enregistrés) et articulatoires (limitant la coarticulation avec le contexte vocalique), mais aussi perceptives ; la première étant considérée perceptivement *sombre* et la seconde étant assimilée à une sonorité *claire* par la méthode verbo-tonale, caractéristiques associées aux descriptions de Jakobson *et al.* (1952) (cf. Section I.2.1).

Chaque syllabe a été réalisée au minimum six fois sur une durée supérieure à 3 secondes pour chacune des quatre hauteurs fondamentales : la2 (A3, 220 Hz), si2 (B3, 247 Hz), do3 (C4, 262 Hz), mi3 (E4, 330 Hz) et une octave plus basse pour le chanteur (hauteurs intitulées par la suite H1, H2, H3 et H5, respectivement pour fréquence fondamentale, seconde, tierce et quinte).⁶¹

La qualité des productions a été vérifiée perceptivement au casque binaural SE-MJ 31 et par une analyse spectrographique à l'aide du logiciel *Praat 5.3.14* (Boersma et Weenink, 2009). Les stimuli sélectionnés pour la

⁶¹ Ces fréquences ont été définies à partir des variations de fréquence fondamentale relevées (1) dans des comptines, principalement destinées à des enfants en bas âge (pour davantage d'informations, cf. V.2.2) et (2) dans les enregistrements en voix parlée des trois locuteurs natifs du français Ho1, Fe1 et Fe2. La parole a été recueillie par le biais d'un dialogue enquêteur-enquêté-e et par le biais d'une lecture de texte (extrait de *Le Petit Prince* de St Exupéry, 1943). Dans ce dernier cas, la consigne était d'insister sur les différences intonatives précisées par la ponctuation.

conception du corpus audio sont ceux émis avec une qualité vocale neutre (pas de voix murmurée ou craquée par exemple) et présentant une stabilité de fréquence fondamentale, une stabilité formantique, une faible aspiration des consonnes, et des transitions formantiques rapides. Les stimuli ont été découpés en syllabe de durée variable, à partir de la consonne initiale : *150 ms, 200 ms, 300 ms, 400 ms, 500 ms, 600 ms et 1200 ms* (durées respectivement intitulées par la suite *D1, D2, D3, D4, D5, D6 et D12*). Comme la syllabe peut être définie en tant qu'unité acoustique caractérisée par une croissance et une décroissance de l'intensité d'un des sons entrant dans la structure de la syllabe (Rosetti, 1963 ; pour une revue de littérature sur la question de la syllabe, cf. Clements, 1990 et Meynadier, 2001), un silence de 60 ms a été ajouté avant la plosion et une diminution progressive de l'amplitude a été effectuée sur les 30 ms finales du stimulus. Les syllabes ont ensuite été normalisées en intensité (nous parlerons dans la suite du manuscrit de *durée des voyelles* et non plus de *durée des syllabes*, car l'allongement de la durée de la syllabe est relatif à la durée de la voyelle).

III.1.1.2 Sélection des stimuli

Méthode

Les stimuli intégrant le corpus final pour l'étude de perception ont été sélectionnés à partir d'un sondage et de tests perceptifs préliminaires menés auprès de natifs du français. Cette sélection a été basée sur deux expériences : une première visant à vérifier la qualité des réalisations vocaliques des locuteurs natifs du français Ho1 et Fe1 (Fe2 ayant été écartée car connaissant certains des participants aux tests et expériences qui allaient suivre) et à identifier la voix préférée des sujets – masculine ou féminine – ; une seconde visant à cerner les durées permettant de différencier la parole du chant et à vérifier le choix des hauteurs fondamentales. Les modalités de constitution du corpus et de passation de ces tests sont détaillées Annexe VI.

Dans le premier test, 12 sujets natifs du français (moyenne d'âge = 30 ± 8 ans) avaient pour consigne d'identifier les voyelles du français entendues au casque binaural Senheiser HD 212. Dans la seconde expérience, ces mêmes sujets devaient classer les voyelles dans la catégorie *chant* ou *parole* (Figure III.2).

Résultats

(a) Catégorisation des voyelles et choix du locuteur

Concernant le premier test, les scores montrent une bonne réussite globale des sujets dans la tâche de catégorisation des voyelles du français ($Moy^{62} = 87 \% \pm 19$) (Figure III.3). Cependant, des écarts importants de scores moyens de réussite (compris entre 50 % et 100 %) et d'erreurs types (compris entre 0 et .5) sont trouvés entre les sujets, et en particulier dans leur rapidité à répondre ($Moy = 1586 \pm 559$ ms ; moyennes comprises entre 1292 ms et 2071 ms, erreurs types compris entre 293 et 852). Les voyelles cardinales extrêmes sont catégorisées sans difficulté particulière, avec un score maximal pour /a/. Les moins bons scores et les différences maximales de scores inter-sujets correspondent à la catégorisation des voyelles mi-ouvertes / ϵ \circ /

⁶² *Moy* est utilisée pour *Moyenne*, \pm précède l'écart à la moyenne.

(voyelles fermées $Moy = 92 \% \pm 13$, voyelles fermées $Moy = 92 \% \pm 13$, voyelles mi-ouvertes $Moy = 68 \% \pm 40$, voyelles ouvertes $Moy = 97 \% \pm 5$) (Figure III.4).

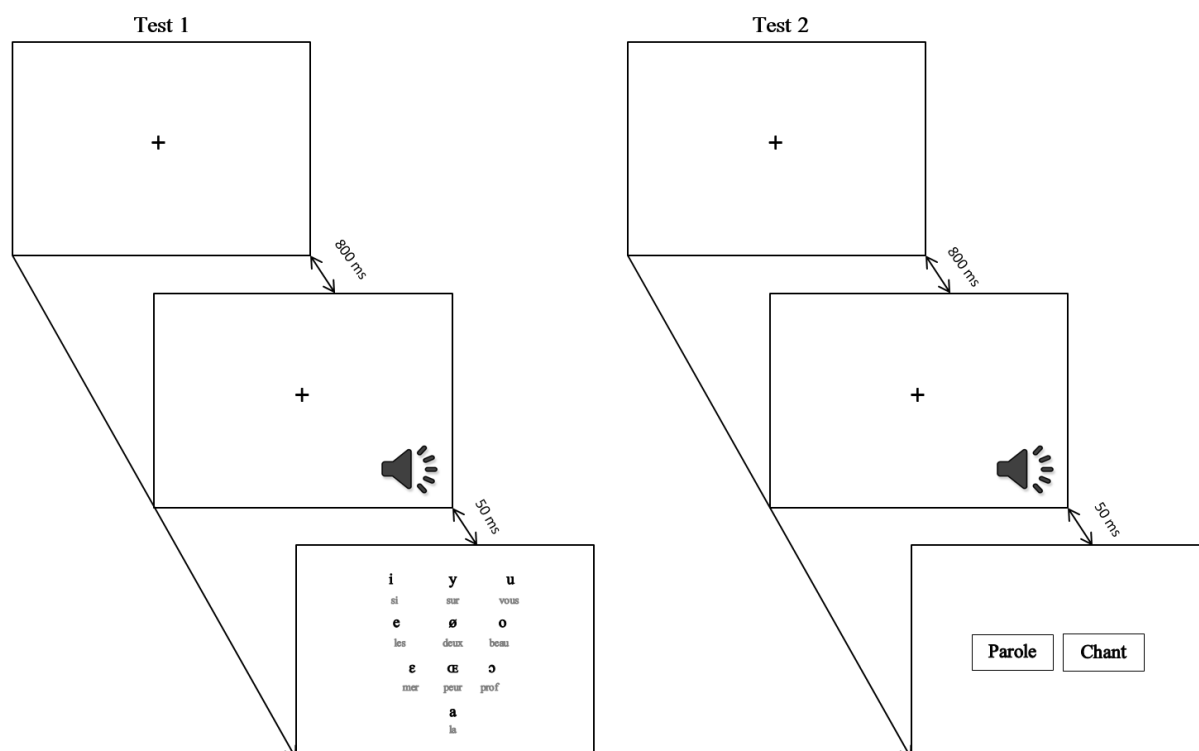


Figure III.2 Succession des écrans dans les deux tests visant la sélection des meilleurs stimuli audio. Dans le premier test (à gauche), le sujet devait cliquer sur l'étiquette qu'il souhaitait associer à la voyelle perçue. Dans le second test (à droite), il devait presser l'un des deux boutons de réponse pour signifier la catégorie de la voyelle entendue. Dans cette deuxième expérience les touches étaient contrebalancées d'un sujet à l'autre.

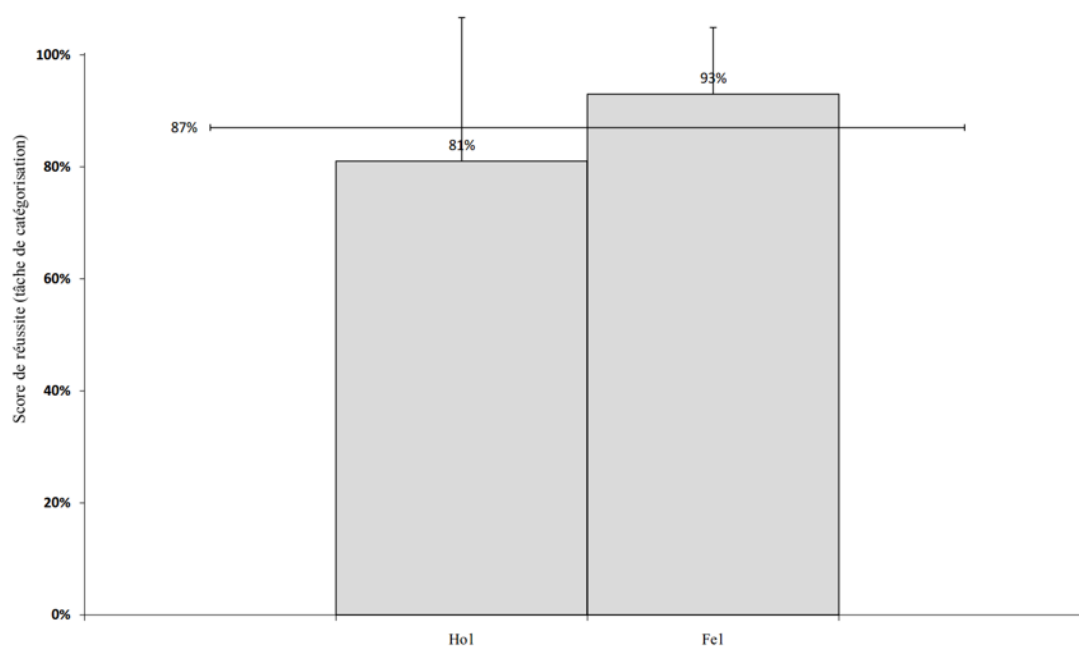


Figure III.3 Score moyen de réussite au test de catégorisation des voyelles pour les 12 sujets en fonction des locuteurs (Ho1 = voix d'homme, Fe1 = voix de femme).

Par ailleurs, sur le plan du timbre de voix, celui de la locutrice Fe1 est majoritairement préféré à celui du locuteur Ho1 (11 participants ont énoncé leur préférence pour Fe1 *vs* 1 participant pour Ho1). Les scores de réussite au test de catégorisation phonologique confirment ce résultat ($Moy_{Fe1} = 93 \pm 12 \%$; $Moy_{Ho1} = 81 \pm 26 \%$). La différence de moyennes apparaît d'ailleurs statistiquement significative, et selon un t-test, en faveur de la locutrice ($t_{Fe1-Ho1} = p < .001$), avec un effet de grande taille, suggérant des scores de réussite de la tâche bien meilleurs dans cette modalité ($\eta^2 = .83$).

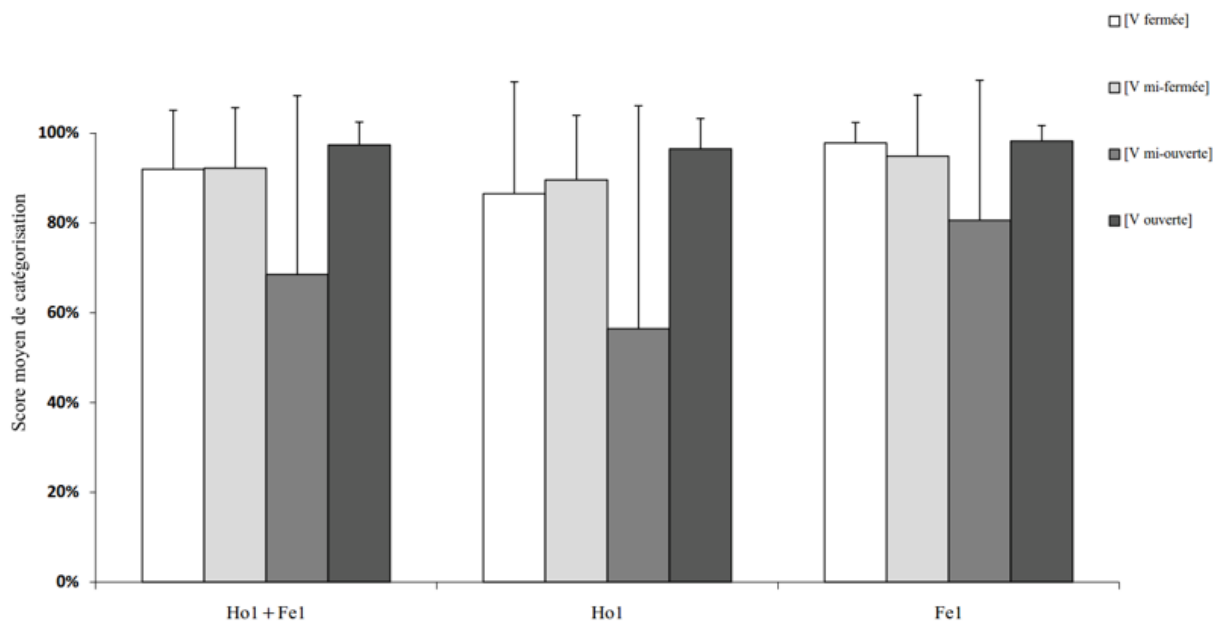


Figure III.4 Score moyen de réussite au test de catégorisation des voyelles pour les 11 sujets en fonction des degrés d'aperture et du locuteur (Ho1 + Fe1 = stimuli homme et femme mixés ; Ho1 = voix d'homme, Fe1 = voix de femme).

(b) Parole vs chant

Concernant le second test, des comportements différents sont relevés selon la fréquence fondamentale (H1, H2, H3 ou H5) et selon la durée des voyelles (Figure III.5, Figure III.6 et Figure III.7). Une différence significative des moyennes de classement des stimuli en chant *vs* parole selon la fréquence fondamentale d'émission est relevée entre H1 & H5, et entre H1 & H3 ($F_{H1-H5}(1,14) = 49.06, p < .0001$; $F_{H1-H3}(1,14) = 29.09, p < .0001$), mais aussi entre H3 & H5 ($F_{H3-H5}(1,14) = 29.09, p < .0001$) et entre H2 & H3 ($F_{H2-H3}(1,14) = 21.69, p < .0001$) : à H3, les scores suggèrent une tendance des sujets à répondre au hasard (58 % des stimuli sont considérés comme du chant ; 42 % comme de la parole). S'agissant des hauteurs, 77 % des stimuli émis sur H1 et 64 % sur H2 sont classés en parole tandis qu'ils sont classés à 79 % comme du chant à H5. Enfin, il est intéressant de remarquer que les différences de moyennes entre H1 et H2 sont tendanciennes, suggérant qu'un demi-ton est une fluctuation de fréquence fondamentale normale en parole et insuffisante pour être associée systématiquement à du chant ($F_{H1-H2}(1,14) = 3.64, p = .08$) (Figure III.6). Ce résultat sur les hauteurs est à rapprocher de celui de Peretz *et al.* (1994) qui ont trouvé que des sons émis sur une fréquence élevée sont traités par des zones du cerveau différentes de celles requises pour le traitement de la parole.

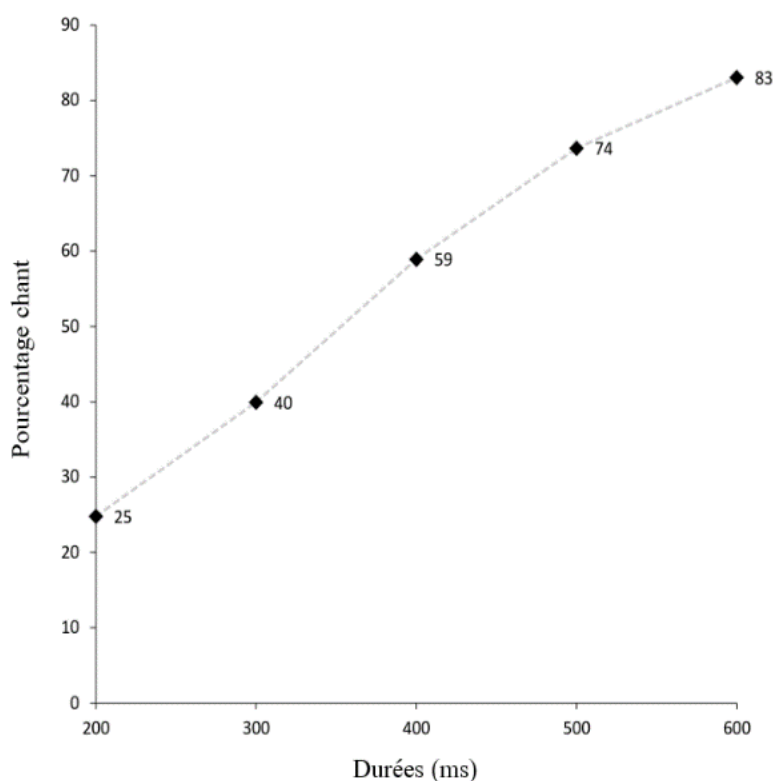


Figure III.5 Pourcentage de stimuli classés comme chant en fonction de leur durée. Chaque moyenne est calculée à partir du nombre de stimuli de même durée présentés à l'ensemble des sujets. Par exemple, les sujets ont classé dans la catégorie "chant" 25 % des stimuli d'une durée de 200 ms, quelle que soit leur hauteur.

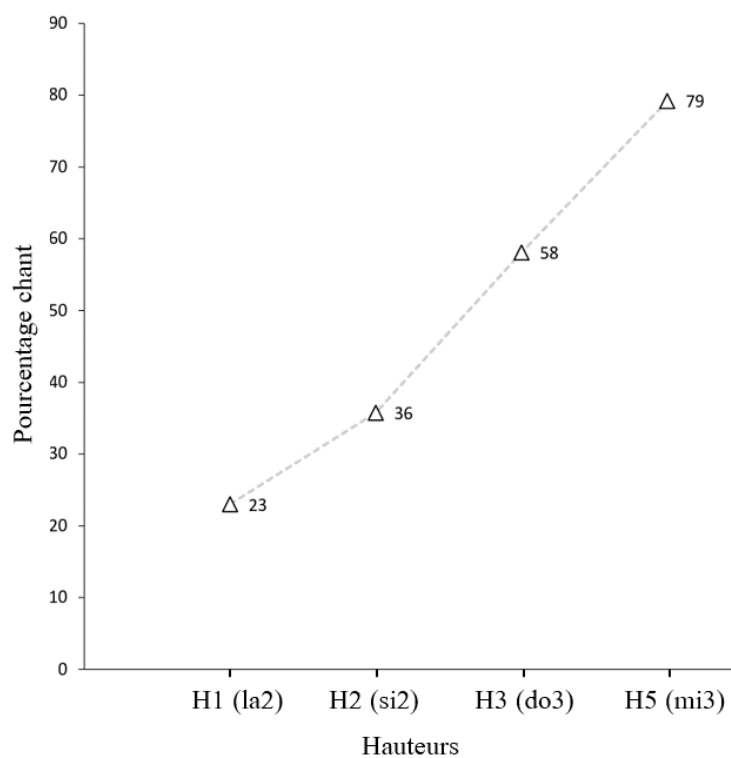


Figure III.6 Pourcentage de stimuli classés « chant » en fonction de leur hauteur. Chaque moyenne est calculée à partir du nombre de stimuli de même hauteur présentés à l'ensemble des sujets.

S'agissant des durées, les ANOVA menées sur les scores de réussite indiquent également une différence de comportement ($F(1, 14) = 52.76, p < .0001$), systématiquement significative entre les moyennes comparées ($F_{D1-D6}(1,14) = 139.11, p < .0001$; $F_{D1-D5}(1,14) = 73.59, p < .000$; $F_{D2-D6}(1,14) = 73.59, p < .0001$; $F_{D2-D5}(1,14) = 62.25, p < .0001$; $F_{D3-D5}(1,14) = 39.34, p < .0001$; $F_{D3-D4}(1,14) = 18.31, p = .0008$; $F_{D4-D5}(1,14) = 22.41, p = .0003$). Trois durées correspondent à des classements sans interprétation équivoque : parole à 200 ms, chant à 600 ms, et équivalent chant-parole à 400 ms (Figure III.7). Ce résultat concorde avec ceux de Liégeois-Chauvel *et al.* (1998) qui ont montré que les paramètres de durée et de hauteur servent à la reconnaissance de l'*input* perceptuel et à sa classification comme élément musical ou élément parlé.

Les stimuli audio retenus à partir des deux tests décrits ci-dessus présentent les caractéristiques suivantes : la voix de Fe1, les hauteurs fondamentales H1, H2, H3 et H5 et les durées D2, D4 et D6. Sont utilisées pour les expériences à proprement parler les voyelles orales fermées et mi-fermées du français /i e y ø o u/. En effet, le premier test a permis de confirmer la variabilité du statut des voyelles mi-ouvertes du français : leur score d'identification est moins bon car elles sont associées aux voyelles mi-fermées correspondantes. Pour ces raisons, /a/ a été retenu comme distracteur et /ε œ ɔ/ pour les entraînements. En outre, pour de plus amples observations sur l'effet du contexte consonantique prévocanique (nous parlerons par la suite d'effet consonne) sur la perception de phonèmes non-natifs ont été conservées les syllabes associant alternativement /p/ et /t/ à chacune des voyelles.

De plus, pour chaque syllabe, par hauteur et par durée, ont été conservées deux réalisations émises par Fe1 de sorte d'introduire dans les stimuli audio une variation naturelle intra-locuteur (davantage de variation aurait allongé de façon excessive la durée des passations des expériences) : le corpus contient par exemple deux exemplaires de la syllabe [ti/ H1 D2].

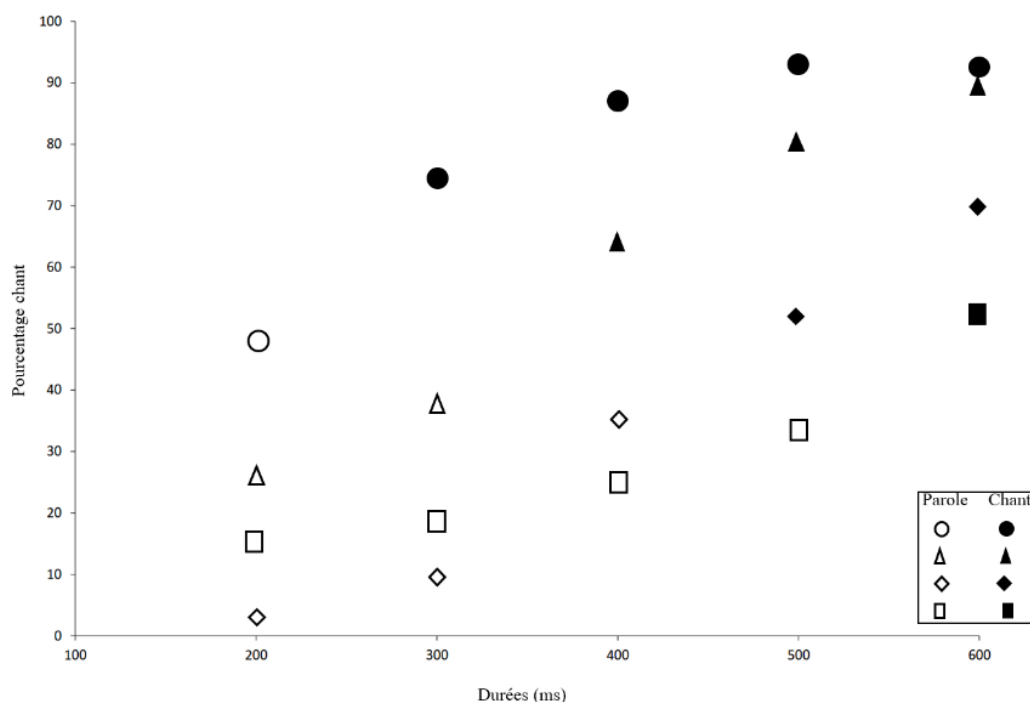


Figure III.7 Pourcentage de stimuli classés « chant » en fonction de l'association hauteur * durée. Chaque moyenne est calculée en intra-catégorie. Par exemple, pour H1 * D2, 14,6 % des stimuli ont été classés dans la catégorie chant.

III.1.2 Méthode de l'étude de discrimination perceptive

L'étude de perception a été conçue en 5 expériences, afin de répondre aux hypothèses présentées en début de chapitre. Toutes sont conçues selon un protocole adapté du travail de [Burfin et Kandel \(2011\)](#). Il nous a semblé qu'une tâche de discrimination auditive de type AB ou ABX aurait pu conduire les sujets à un traitement uniquement acoustique sans référence à une distribution phonologique et qu'une tâche de catégorisation auditive (de type étiquetage phonologique) aurait été inadaptée à des sujets n'ayant aucune connaissance du français. Chacune des 5 expériences se compose de deux phases d'écoute⁶³.

- Phase 1 : Voyelle à mémoriser

La voyelle de référence est présentée au sujet à travers six réalisations et dans des syllabes porteuses de type CV. Selon le bloc de test, il peut s'agir de l'une des quatre voyelles /i e o u/, qui existent en français et en italien standard. Pour chaque phonème, les stimuli ont été récupérés de manière aléatoire parmi la liste de sons produits par Fe1 quel que soient l'entourage consonantique, la fréquence fondamentale et la durée de l'item.

- Phase 2 : Voyelle à discriminer

Un enchaînement de syllabes CV est présenté. La série contient la voyelle référente (qui correspond donc à celle émise durant la première phase) avec, alternativement, dans la même série, les voyelles cibles absentes de la langue maternelle des sujets /y/ et /ø/ et la voyelle distractrice /a/. Les réalisations sont émises sur les hauteurs H1, H2, H3 et H5 et les durées D2, D4, D6 retenues comme pertinentes suite à l'étude préliminaire (cf. Section III.2.1) (Table III.1 et Table III.2). Comme nous souhaitons obtenir quelques informations complémentaires sur l'effet de la variation de la hauteur ou de la répétition de la durée, les voyelles sont émises soit dans une syllabe isolée de type CV, soit dans un trinôme C₁V₁.C₁V₁.C₁V₁.

La Table III.1 précise les modalités de chaque tâche de perception. Les consonnes, /t/ et /p/ sont utilisées dans la première expérience qui teste l'effet du contexte consonantique sur la perception de la voyelle tandis que dans les autres expériences qui testent l'effet de la durée ou de la hauteur sur la perception de la voyelle, seule /t/ est utilisée. Dans ce dernier cas, /t/ a été privilégiée à /p/ pour son caractère « clair » favorisant la perception de voyelles perçues trop « graves » (cf. méthode verbo-tonale, Chapitre I.II). Lorsque l'effet étudié était la hauteur, une seule durée a été utilisée ; inversement lorsque l'effet étudié concernait la durée, une seule hauteur a été utilisée. L'intérêt était de contrôler au mieux l'effet en limitant les autres variables. Par ailleurs, la confrontation des scores de réussite résultant de la discrimination du distracteur /a/ avec ceux calculés à partir de la discrimination de la référence pour chaque bloc de test par sujet permettait de valider la compréhension et le respect de la consigne. À titre d'exemple, la Table III.1 montre que, dans le bloc de test /u/ de l'expérience *Hauteur*, la discrimination des voyelles /u/ /y/ /ø/ /a/ a été testée dans les modalités H1, H2, H3 et H5 sur D2 avec une syllabe CV (C = /t/). En phase 1, le sujet écoutait six occurrences de /tu/ et devait mémoriser

⁶³ Des exemples sonores peuvent être envoyés sur demande (contact actuel de l'auteur de ce travail : scornaz@gmail.com).

la voyelle afin de s'en servir pour contraster chacune des voyelles entendue dans la phase 2 (aléatoirement /u/, /y/, /ø/, /a/).

N° d'expérience		1	2	3	4	5
Effet Observé		Hauteur	Variation de hauteur	Durée	Répétition de la durée	Consonne
Conditions	Consonne	t	t	t	t	t
	Durée	D2	D2	D2 D4 D6	D2-D2-D2 D4-D4-D4 D6-D6-D6	p
	Hauteur	H1	H1-H1-H1			H1
		H2	H1-H2-H1			H3
		H3	H1-H3-H1	H1	H1	H5
		H5	H1-H5-H1			
Phase 1	Contraste	i e o u	i e o u	i e o u	i e o u	i u
Phase 2	Sur la discrimination de	Référence	i e o u	i e o u	i e o u	i u
		Cible(s)	y et ø	y et ø	y et ø	y
		Distracteur	a	a	a	a

Table III.1 Plan d'expérience, avec blocs de test et modalités expérimentales

La Table III.2 montre qu'en raison des plans d'expérience différents, le nombre de stimuli présentés dans les blocs de test varie dans chacune des 5 expériences. Par exemple pour l'expérience sur l'effet de la hauteur, dans le bloc de test /u/, l'auditeur écoutait 6 réalisations de /tu/ (phase 1) puis un enchaînement de 184 syllabes, émises dans un ordre aléatoire (phase 2). Dans cette série, 48 occurrences correspondaient à la référence /tu/, 48 occurrences à la cible /ty/, 48 occurrences à la cible /tø/ et 40 occurrences au distracteur /ta/.

Effet	Phase 1	Phase 2			
	Voyelle à mémoriser	à discriminer			
		Nb (%)			
	Contraste	Réf.	Cible /y/	Cible /ø/	Distracteur
1 Hauteur	6	48 (26)	48 (26)	48 (26)	40 (22)
2 Variation de hauteur	6	60 (41)	32 (22)	32 (22)	24 (16)
3 Durée	6	42 (27)	42 (27)	42 (27)	30 (19)
4 Répétition de la durée	6	45 (41)	24 (22)	24 (22)	18 (16)
5 Consonne	6	60 (37)	72 (44)	-	30 (19)

Table III.2 Nombre et pourcentage (entre parenthèses) de stimuli écoutés selon les expériences. [Phase 1 : phonème référent à mémoriser ; Phase 2 : voyelles à comparer au phonème référent émis en phase 1].

Les expériences de discrimination perceptive ont eu lieu dans un espace ouvert au passage, mais calme, servant habituellement de salle de réunion au Centre National de Recherche (CNR) de Padoue en Italie. Les sujets étaient, en présence de l'expérimentateur, assis individuellement face à l'écran d'un PC portable (Figure III.8). Pour des raisons pratiques, ils ont parfois été accueillis par deux et installés en face-à-face dans la salle. L'écoute se faisait au casque binaural Pioneer SE-MJ31. Les stimuli étaient numérisés à une fréquence d'échantillonnage de 44.1 kHz. Le volume sonore était réglé par le participant lui-même, à un niveau qu'il estimait confortable. Pour chaque expérience, les tâches, les listes de stimuli et les touches de réponse sont contrebalancées entre les participants afin d'éviter un effet d'ordre.



Figure III.8 Condition de passation des expériences 1 à 5 au CNR de Padoue, Italie.

La consigne était donnée oralement et à l'écrit en début d'expérience. Elle était aussi affichée à l'écran en début de bloc de test (« *Per ognuna delle vocali che senti, dovrai dire: Se è simile alla vocale di riferimento oppure se è diversa dalla vocale di riferimento. A tale scopo saranno attribuiti dei tasti: 1. Diversa, 2. Simile. Per premere sui tasti 1 e 2, non importa quale mano usi.* »). Le participant devait classer en cliquant sur l'un des deux boutons désignés du clavier et le plus rapidement possible les voyelles entendues, dans la catégorie 'semblable à la voyelle référente' ou dans la catégorie 'différente de la voyelle référente'.

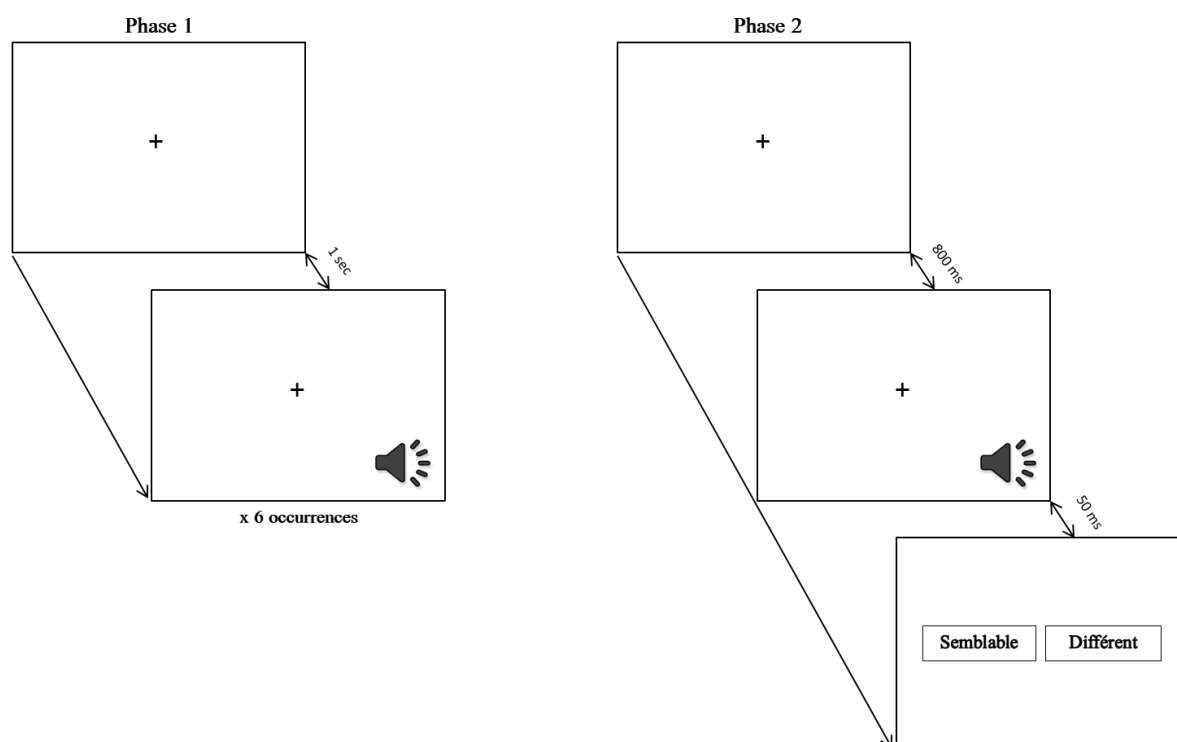


Figure III.9 Succession des écrans phase 1 puis phase 2 pour les cinq expériences. Le sujet devait presser au clavier l'une des deux touches de réponse, ces dernières étant contrebalancées d'un sujet à l'autre.

Pour ce faire, il devait (Phase 1) mémoriser le phonème vocalique présenté au travers des six réalisations différentes, chacune d'entre elles étant séparée de la suivante par 1 seconde de silence, puis (Phase 2) comparer à cette catégorie phonologique référente les stimuli entendus ensuite (entre 150 et 200 stimuli, cf. Table III.2). Chaque réponse du sujet enclenche un ensemble 'silence de 800 ms - stimulus suivant' (Figure III.9). À la fin d'une expérience (d'une durée d'environ 12 minutes), le sujet est averti qu'il peut faire une pause ou, à sa guise, en entamer immédiatement une nouvelle.

Avant chaque expérience, le participant effectuait un bref entraînement identique à la procédure décrite ci-dessus, ce qui lui permettait de se familiariser avec le déroulement du test. Pour éviter un risque d'apprentissage, les stimuli de la phase d'habituation différaient de ceux présentés dans l'expérience. Comme indiqué précédemment, les stimuli de la session d'entraînement correspondaient à des voyelles ouvertes et mi-ouvertes produites par Fe1 (les scores de réussite aux tests de perception étant moins élevés pour Ho1). La durée de passation par sujet était de moins d'1h15.

L'interface des expériences a été réalisée avec le logiciel E-Prime 2.0⁶⁴. Les réponses des sujets ont été enregistrées au fur et à mesure de leur passation dans un fichier texte, avec le temps de réaction par sujet à chaque réponse.

III.1.3 Participants

Les expériences se sont déroulées au Nord-Est de l'Italie, à l'Institut des Sciences et des Technologies Cognitives (ISIC) à Padoue en Vénétie.

62 locuteurs natifs d'une variante régionale de l'italien (moyenne d'âge = 21 ± 11 ans, entre 17 et 66 ans), pour la plupart bilingues (italien/dialecte), ont participé à l'étude. 41 d'entre eux sont de sexe féminin et 21 de sexe masculin. La majorité des participants était inscrite à l'université de lettres, de langue et de droit de la ville. Les sujets ont passé une, deux ou trois expériences maximum, selon leur rapidité de passation et leur fatigue. Comme dit précédemment, 1h15 était la durée maximale. Certains ont été recrutés pour une partie des tests seulement (Table III.3).

Afin de réduire au maximum les paramètres susceptibles d'influencer les scores de réussite aux blocs de test et pour faciliter l'interprétation des résultats, un certain nombre de caractéristiques inhérentes au parcours personnel des participants a été contrôlé. Par le biais d'un questionnaire rédigé en italien (cf. Annexe VII) élaboré en partie à partir du questionnaire *PFC*⁶⁵ et celui du *Brain, Language and Computation Lab de Penn State University*⁶⁶, les participants devaient auto-évaluer leurs compétences en langue, en musique et en phonétique. L'objectif était de renseigner les aires géographiques et les durées de résidence(s), les périodes et lieux de voyage et de scolarisation, les langues environnantes, les langues acquises ou en cours d'acquisition, les niveaux supposés

⁶⁴ *Psychological Software Tools, Pittsburgh, PA*

⁶⁵ www.projet-pfc.net

⁶⁶ <http://cogsci.psu.edu/>

en compétences orale et écrite en langue française et, plus globalement, dans toute autre langue, les connaissances et aptitudes solfégiques et musicales. Aucun des sujets retenus pour les expériences n'a affirmé souffrir de trouble auditif ou langagier, les éventuels défauts de vision étaient corrigés.

Les participants retenus étaient natifs de l'italien, ayant appris ou apprenant des langues dont les systèmes phonologiques sont dépourvus de voyelles antérieures arrondies ; deux exceptions cependant : pour l'allemand à un niveau maximalement auto-estimé faux intermédiaire (A2 selon le *Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues* ; Conseil de l'Europe et Comité de l'éducation, 2001) et pour le français maximalement auto-évalué à un niveau seuil (B1 selon le CECRL, *ibid.*). Les participants ont renseigné une pratique instrumentale uniquement de manière imposée durant la scolarité, ou n'ayant pas joué depuis plus de dix ans et dans ce cas, pour une pratique n'excédant pas 2 heures hebdomadaire, ainsi qu'une formation théorique musicale et phonétique auto-estimée faible.

Des informations plus précises concernant les sujets impliqués seront présentés au fur et à mesure dans la section consacrée aux résultats de chaque expérience.

L'ensemble des participants a été retenu pour les analyses des scores de réussite de la tâche de discrimination (Table III.3).

	Hauteur	Variation de hauteur	Durée	Répétition de la durée	Consonne
Nb sujets/expérience	29	30	24	30	33
Âge moyen/expérience	27 ± 11	29 ± 14	26 ± 11	29 ± 14	26 ± 9
Âge min-max/expérience	17-62	19-66	17-62	19-66	17-62
Genre des sujets/expérience	22F, 7H	20F, 9H	18F, 6H	20F, 9H	26F, 7H
Nb sujets (Niveau auto-évalué en français)	24 (-), 1 (A1), 4 (B1)	16 (-), 5 (< A2), 8 (B2)	18 (-), 3 (A1), 3 (A2)	16 (-), 5 (< A2), 8 (B2)	23 (-), 6 (< A1), 4 (A2)

Table III.3 Répartition du nombre de sujets par expérience et informations diverses. Dans la ligne « Nb sujets », le symbole « - » indique un niveau naïf en français : les sujets ont renseigné dans le questionnaire n'avoir jamais débuté l'apprentissage du français de façon formelle ou informelle, ni avoir séjourné dans une zone francophone.

III.1.4 Analyse

Les données recueillies ont été traitées selon deux méthodes de calcul. L'objectif était de déterminer les scores de réussite de la tâche de discrimination des voyelles pour chaque sujet d'une part, et pour notre population globale d'autre part, en tenant compte des modalités expérimentales (consonne prévocale, durée, hauteur).

- **Le taux de détection correcte** a été calculé pour chaque type de stimulus, c'est-à-dire références /i/, /e/, /o/ et /u/, cible /y/, cible /ø/, distracteur /a/. Ce taux, analogue à un taux de rappel, renseigne sur les compétences de chaque auditeur à reconnaître la référence qui est une voyelle commune aux deux langues, mais renseigne surtout sur la compétence de l'auditeur à discriminer les cibles et le distracteur. Ainsi, le taux de détection correcte informe à la fois sur le taux de reconnaissance de la cible et sur le nombre de fois où elle n'a pas été reconnue comme différente de la référence. Le taux de rappel de la référence a été calculé comme le ratio entre le nombre de stimuli émis correctement attribués à la catégorie 'semblable' et le nombre de stimuli émis appartenant à la catégorie 'semblable'. Les taux de rappel de chacune des

cibles /y/ et /ø/ et du distracteur ont été calculés comme le ratio entre le nombre de stimuli émis correctement attribués à la catégorie 'différent' et le nombre de stimuli émis appartenant à la catégorie 'différent'.⁶⁷

- **Le score global de réussite** de la tâche mesure la compétence générale de discrimination des cibles par sujet. Le résultat final, exprimé en pourcentage, a été calculé en multipliant le taux de rappel de la cible transformé en pourcentage avec le taux de rappel de la référence.

Les logiciels *Excel 2007*, *SPSS 17.0.1*, et *Statistica Psychologie 8.7.0* ont été utilisés pour les analyses statistiques des scores de discrimination de /y/ et /ø/. L'analyse en composantes principales (ACP) a été retenue pour son pouvoir représentatif de la variabilité dans un espace euclidien à P dimensions, ainsi que l'ANOVA lorsque les conditions d'homogénéité et de normalité étaient relevées.

L'ACP présente l'intérêt de synthétiser et d'extraire l'information pertinente dans un jeu de données : elle regroupe les individus testés selon leurs ressemblances et établit des liens entre des variables, mettant en évidence des typologies comportementales et factorielles. Cette méthode d'analyse recherche, parmi l'ensemble des variables observées, celles qui sont les plus discriminantes, autrement dit, celles qui expliquent le mieux la variance entre les typologies d'individus. L'ACP représente chaque individu par un point dans un espace de dimension égale au nombre de variables statistiques initiales considérées. Les axes principaux représentent de nouvelles directions dans cet espace qui permettent de mieux distinguer les individus en regardant leurs composantes sur les premiers axes principaux. Les axes principaux définis par l'ACP sont dirigés par des vecteurs, qui sont les vecteurs propres d'une matrice (*ou* covariance). Dès 2007 cependant, Kouani, El Jamali et Talbi présentaient son utilité pour des observations en didactique. L'ACP est généralement recommandée pour des échantillons $N > 100$, mais Hair, Anderson, Tatham et Black (1998) n'ont trouvé aucun biais dans les résultats dès lors que l'échantillon observé dépasse 9 sujets par variable insérée dans l'analyse. En effet, l'ACP permet de relever des tendances et c'est aussi pourquoi des statistiques inférentielles étaient également nécessaires dans un but d'observer la significativité de différences de moyennes. L'ACP a été conduite sur un nombre et des types de variables différents selon les hypothèses testées. Par exemple, pour observer l'effet hauteur sur la discrimination des voyelles non-natives /y/ et /ø/, tous contrastes confondus, ont été utilisées [(Variable contraste vocalique (4 modalités /i/ /e/ /o/ /u/) * variable hauteur (4 modalités H1 H2 H3 H5)].

Des régressions logistiques à effet aléatoire ont de plus été utilisées sur les données brutes (celles instantanément recueillies durant la passation des expériences par les auditeurs), permettant de vérifier les résultats obtenus après transformation des données et observations sur des échantillons. Comme ce type d'analyse probabiliste peut prendre en compte simultanément plusieurs variables indépendantes quel que soit le type d'effet recherché, il nous a semblé un excellent moyen de détecter le(s) prédicateur(s) permettant d'expliquer le mieux la réussite de la tâche de perception auditive chez notre groupe de sujets. Parmi les régressions logistiques, des modèles linéaires généraux (GLM : *General Linear Model*) présentent aussi les avantages cumulés (1) de neutraliser la variabilité inter-sujets et inter-variables, (2) de diminuer l'effet des différentes variables sur la

⁶⁷ Le taux de détection correct et le taux de rappel de l'ensemble des phonèmes non-natifs (cibles /y/ et /ø/ confondues) ont également été calculés.

probabilité de répondre correctement et (3) de considérer que les sujets répondent plusieurs fois, ce qui fait d'eux un bon outil statistique pour nos données qui combinent entre autres scores seuil et plafond, variabilité des profils des sujets testés, variabilité des prédicateurs.

Nous présentons dans la section suivante les résultats de l'étude de perception des voyelles non natives /y/ et /ø/ chez un public adulte italophone. Les modalités spécifiques à chaque expérience seront précisées dans chacune des sous-sections correspondantes.

III.2 Résultats : effets de la hauteur, de la durée vocalique et du contexte consonantique

Les résultats proviennent des analyses des scores de réussites en discrimination de voyelles non-natives pour les 5 expériences décrites ci-avant, chacune testant une variable spécifique, en lien avec la voix chantée et partiellement avec des outils de la méthode verbo-tonale (cf. Section I.2.1). Il existe des études ayant mis en évidence un effet fréquence fondamentale sur la perception de la durée des voyelles (Brugos et Barnes, 2012a ; 2012b), ayant trouvé un rôle du débit de parole sur la durée des voyelles chez des locuteurs natifs (entre autres, Flege, 1988 ; Moon et Lindblom, 1989 ; Lindblom, 1990b ; Schmidt et Flege, 1995 ; Gendrot et Adda-Decker, 2005 ; 2007 ; 2010 ; cf. Section II.1.2) ou ayant observé l'effet fréquence fondamentale sur la perception de paires de voyelles non-natives produites par des natifs (Kivistö-de Souza et Mora, 2012a ; 2012b). Cependant, à notre connaissance, aucune étude de laboratoire en lien avec la musique ou la méthode verbo-tonale, n'a été publiée sur l'effet du contexte consonantique, de la fréquence fondamentale et/ou de la durée vocalique sur la compétence de discrimination d'une voyelle non-native. L'intérêt des expériences *Hauteur*, *Durée*, *Variation de hauteur* et *Répétition de la durée* – mais aussi de l'expérience *Consonne* – est d'observer si les modalités de hauteur fréquentielle et de durée d'émission d'un stimulus impacte sa perception, et si la répétition ou la modification de la fréquence fondamentale du signal acoustique interfère sur cette habileté. L'expérience *Consonne* s'intéresse plus particulièrement à l'effet de l'acuité de la consonne sur la perception d'une voyelle coarticulée n'appartenant pas au système phonologique de la langue maternelle d'un auditeur.

III.2.1 Effet hauteur : expérience 1

La méthode verbo-tonale suggère l'exploitation de la fréquence fondamentale pour modifier la perception d'une voyelle n'existant pas dans le système linguistique natif d'un apprenant, l'hypothèse étant qu'une émission de fréquence fondamentale plus élevée ou moins élevée que celle habituellement utilisée en parole par un sujet affecte positivement le traitement du signal par la mise en exergue d'informations acoustiques non exploitées dans la langue maternelle mais pertinentes dans la langue cible (cf. Section I.2.1). Partant du postulat de Canepari (2006) selon lequel les natifs de l'italien assimilent les voyelles antérieures arrondies avec les voyelles postérieures d'aperture correspondante, nous avons proposé l'hypothèse que [y] et [ø] sont respectivement d'autant mieux discriminés de [u] et [o] que la fréquence d'émission augmente ($H1 (la2) < H2 (si2) < H3 (do3) < H5 (mi3)$).

Pour cette expérience (Table III.4), 4 hauteurs fréquentielles (H1 H2 H3 H5) sont utilisées sur une seule durée (D2), laquelle a été associée dans notre étude préliminaire à celle d'une syllabe produite à débit normal de parole (cf. Section III.2.1). Les contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ et références /i e o u/, les voyelles cibles /y ø/ et le distracteur /a/ sont émis sur chacune de ces hauteurs dans un contexte consonantique unique /t/ et une structure CV. L'expérience contient 4 blocs de test : 1 par contraste vocalique. 2 locuteurs ont passé quelques blocs mais 29 locuteurs natifs de l'italien ont passé les 4 blocs de test de l'expérience (âge moyen = 26 ± 11 ans), 18 femmes, 11 hommes. Parmi eux, 24 étaient naïfs en français, 1 s'est auto-estimé à un niveau A1 selon le CECRL (Conseil de l'Europe et Comité de l'éducation, 2001) et les 4 autres à un niveau B1.

	Phase 1		Phase 2		
	à mémoriser		à discriminer		
Voyelle	Contraste	Réf.	Cible	Cible	Distracteur
Nb (%)	6	48 (26)	48 (26)	48 (26)	40 (22)
Bloc 1	i	i	y	ø	a
Bloc 2	e	e	y	ø	a
Bloc 3	o	o	y	ø	a
Bloc 4	u	u	y	ø	a
Stimuli H1 H2 H3 H5 ; D2 ; /t/					

Table III.4 *Blocs de test de l'expérience 1 : effet hauteur.*

Sont trouvés pour l'échantillon global ($N = 29$) des scores de réussite variés. Les sujets ayant obtenu des scores de réussite moyens composent un échantillon réduit ($n = 10$). L'observation de ce groupe est intéressante afin de contrôler la différence d'effet hauteur selon les scores de réussite, scores qui pourraient ensuite être mis en lien avec un niveau de compétences en perception des voyelles du français. Pour ces deux échantillons, l'ACP a été conduite sur les variables initialement observées [(Variable contraste vocalique (4 modalités /i/ /e/ /o/ /u/) * variable hauteur (4 modalités H1 H2 H3 H5)]. La Figure III.10, qui présente pour l'échantillon complet dans un espace k les typologies factorielles créées par l'ACP à partir des scores de réussite de la tâche, ne suggère pas d'effet de la modalité hauteur sur la discrimination de /y/ ($\lambda^{68} = .88$, *variance expliquée*⁶⁹ = 1.09 %). L'absence de différence est également trouvée pour l'échantillon réduit ($\lambda /i e o u/ < .1$, entre 15 % et 23 % de la variance totale expliquée). Pour ces deux échantillons, complet et réduit, les statistiques descriptives ne montrent pas de différence spécifique entre les médianes. Étant donné la variabilité des scores de réussite de la tâche, incluant des scores seuils et des scores plafonds, aux mesures moyennes et écart-types ont été privilégiées

⁶⁸ λ : symbole correspondant à "valeur propre"

⁶⁹ Chaque vecteur propre, dirigé par un des axes principaux de l'ACP, est associé à une valeur propre (qui est un nombre). La théorie de l'ACP montre que cette valeur propre est égale au pourcentage de la variance qui est "expliquée" par l'axe en question. Plus elle est grande, plus la projection sur cet axe particulier sépare les individus. Les axes principaux sont classés par valeurs propres décroissantes, ce qui fait que les premiers axes principaux représentent une grande partie des variations entre individus. On peut souvent voir ainsi se dessiner des groupes d'individus en regardant deux ou trois axes principaux. Par ailleurs ces composantes principales s'expriment elles comme combinaisons linéaires des variables statistiques initiales, ce qui permet en général de donner du "sens" à ces composantes principales.

les mesures médianes et interquartiles (par exemple, pour l'échantillon global : Figure III.11). Cette variabilité importante et les valeurs proches de mesures médianes peuvent expliquer l'absence d'effet fréquence fondamentale sur les scores de discrimination de /y/ mesuré avec un test de Friedman (par exemple, pour l'échantillon complet : $Z(3, 29) = 1.58, p = .66, r = .02$).

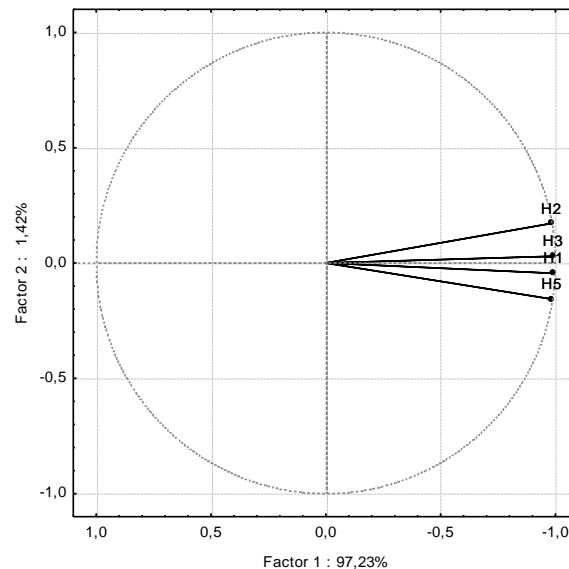


Figure III.10 Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ selon la modalité hauteur (H1 H3 H5).

L'absence d'effet hauteur sur la discrimination de /y/ est également relevée pour chaque bloc de test sur une analyse inter-sujets (λ /i e o u/ < .1, entre 2 et 3 % de la variance totale expliquée) et sur une analyse en intra-trait (observant séparément les scores de discrimination de /y/ en contraste fermé /i/ /u/ vs en contraste mi-fermé /e/ /o/, ou antérieur /i/ /e/ vs postérieur /o/ /u/). Les statistiques descriptives montrent des scores similaires à toutes les hauteurs fondamentales H1 H2 H3 H5, en contraste fermé et en contraste mi-fermé. En contraste fermé /i/ /u/, les scores médians de réussite ($61 \leq \Delta Md (\%) \leq 63$) et les écarts interquartiles ($22 \leq QMd (\%) \leq 43$) sont semblables. En contraste fermé /e/ /o/, la constatation est identique : $70 \leq \Delta Md (\%) \leq 78, 38 \leq QMd (\%) \leq 53$ %.

Les statistiques descriptives et également l'ACP menées sur l'effet fréquence fondamentale sur la discrimination de /ø/ ne suggèrent aucun effet, ni en inter-bloc de test quand les observations portent sur les scores de réussite dans plusieurs blocs en même temps ($\lambda = .61$, variance expliquée = 3.82 % ; cf. aussi Figure III.12), ni en intra-bloc de test quand les observations portent uniquement sur les scores de réussite obtenus par les sujets dans un bloc donné (pour chacun, $\lambda < .3$, entre 1 et 7 % de la variance totale expliquée) ou en intra-trait ($\lambda < .3$, entre 4 et 7 % de la variance totale expliquée). Un test de Friedman appliqué aux quatre hauteurs en inter-bloc de test confirme l'absence d'effet sur la discrimination de /ø/ ($Z(3, 30) = 5.61, p = .13, r = .03$).

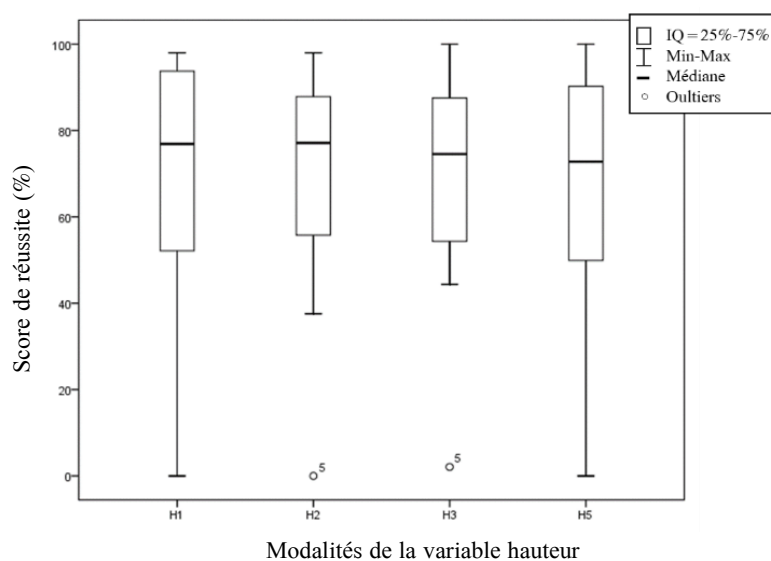


Figure III.11 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction de la hauteur, contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ mixés (H1 = la2, H2 = si2, H3 = do3, H5 = mi3).

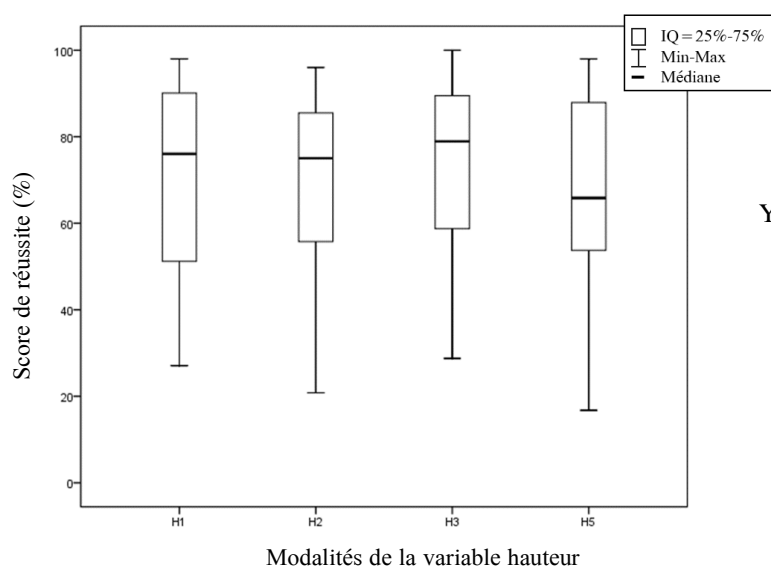


Figure III.12 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction de la hauteur, contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ mixés (H1 = la2, H2 = si2, H3 = do3, H5 = mi3).

Un comportement spécifique est néanmoins relevé avec H5 pour le degré d'aperture fermé : les quartiles inférieur et supérieur sont plus bas que dans toutes les autres modalités (fermé $Q3_{H1, H2, H3} = 96$, $Q3_{H5} = 92$; $Q1_{H1} = 66.5$, $Q1_{H2, H3} = 62.5$, $Q1_{H5} = 54.5$), suggérant que la hauteur la plus élevée complique la perception de la voyelle non-native (Figure III.13). Un test de Friedman confirme un effet hauteur en contraste fermé sur la discrimination de /ø/ ($Z(3, 30) = 11.80$, $p = .008$, $r = .12$).

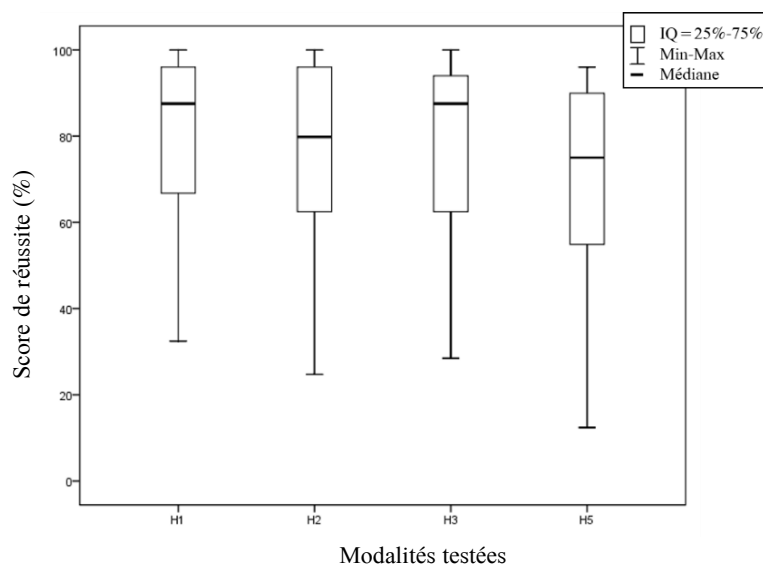


Figure III.13 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction de la hauteur en contraste fermé /i/ /u/ mixés (H1 = la2, H2 = si2, H3 = do3, H5 = mi3).

III.2.2 Effet de la Variation de hauteur : expérience 2

Les hauteurs tonales élevées sont caractéristiques de la musique et donc de la voix chantée, mais ce qui permet véritablement sa dissociation perceptive d'avec la voix parlée est la variation répétée d'intervalles de hauteurs tonales plus larges que ceux trouvés en parole (Dodane, 2003 ; Ritt-Cheippe, 2010 ; pour un contre-exemple, cf. Peretz et Hyde, 2003). L'objectif est d'observer la différence de discrimination des voyelles non-natives lorsque celles-ci sont émises à certaines hauteurs et sont en outre insérées à une suite de notes. Nos hypothèses à vérifier sont que /y/ et /ø/ sont mieux discriminés quand il y a variation de fréquence fondamentale $H_i-H_j-H_i$ (i correspondant à H1 et j à H1, H2, H3 ou H5) ; /y/ et /ø/ sont d'autant mieux discriminés que l'intervalle fréquentiel entre les notes est élevé.

L'expérience 2 *Variation de hauteur* (Table III.5) exploite les mêmes hauteurs fréquentielles que celle précédente, sans variation de hauteur (H1 (la2), H2 (si2), H3 (do3), H5 (mi3)) et toujours la durée vocalique D2 (200 ms). Les contrastes, les références, les cibles et le distracteur sont les mêmes mais, dans cette expérience, ils sont émis dans des trinômes $CV_1.CV_1.CV_1$, avec $C = /t/$, la première et la dernière syllabes étant émises sur la même hauteur. Seule la hauteur de la syllabe intermédiaire peut varier (H1-H1-H1, H1-H2-H1, H1-H3-H1, H1-H5-H1). 30 participants (âge moyen = 29 ± 14 ans; 21 femmes, 9 hommes) ont passé l'expérience. 17 personnes n'ont jamais été en contact avec le français, 5 déclarent avoir un niveau inférieur à A1 et 8 s'estiment à un niveau B2. La répartition du nombre des voyelles dans les tests de l'expérience est différente de celle utilisée dans l'expérience *Hauteur*.

Voyelle	Phase 1	Phase 2			
	à mémoriser	à discriminer			
Nb (%)	Contraste	Réf.	Cible	Cible	Distracteur
	6	60 (41)	32 (22)	32 (22)	24 (16)
Bloc 1	i	i	y	ø	a
Bloc 2	e	e	y	ø	a
Bloc 3	o	o	y	ø	a
Bloc 4	u	u	y	ø	a

Stimuli (H1-H1-H1) (H1-H2-H1) (H1-H3-H1) (H1-H5-H1) ; D2 ; /u/

Table III.5 *Blocs de test de l'expérience 2 : effet variation de hauteur.*

À partir des scores de réussite de la tâche de discrimination de /y/ à différentes variations de hauteurs en inter-bloc de test, sont révélés des médianes ($90 \leq \Delta Md (\%) \leq 92$) et des écarts interquartiles ($18 \leq QMd (\%) \leq 24$) semblables. En intra-test, les valeurs médianes et interquartiles sont dans la plupart des cas voisines, suggérant comme en inter-bloc de test aucun effet facilitateur de la variation de la fréquence fondamentale sur la discrimination de /y/. Les ACP inter-bloc et intra-bloc de test ne suggèrent aucun effet hauteur répétée, et dans certains cas modifiée, sur la discrimination de /y/ (inter-bloc de test : $\lambda = .42$, *variance expliquée* = 2.63 % ; intra-bloc de test : $\lambda /i e o u/ < .5$, entre 2 et 16 % de la variance totale expliquée). Un résultat similaire a été trouvé dans l'expérience 1 sur l'effet de la *hauteur*.

Concernant la discrimination de /ø/ lorsque la fréquence fondamentale est modifiée, les résultats prolongent ceux trouvés pour /y/ et /ø/ dans l'expérience 1 *Hauteur* et pour /y/ dans cette même expérience. L'ACP ne suggère pas de différence de discrimination de /ø/ selon la hauteur, ni en inter-bloc de test ($\lambda = .44$, *variance expliquée* = 2.75 %), ni en intra-bloc de test ($\lambda /i e o u/ < .5$, entre 4 et 12 % de la variance totale expliquée). Médianes ($90 \leq \Delta Md (\%) \leq 93$) et interquartiles ($19 \leq QMd (\%) \leq 26$) sont semblables dans toutes les modalités de hauteurs testées. Ces mesures suggèrent un effet moindre du changement et/ou de la répétition de la hauteur d'émission d'une syllabe sur la discrimination des voyelles non-natives.

Les statistiques descriptives et les ACP appliquées sur ces 8 tests ne suggèrent aucun rôle de la hauteur d'émission de la voyelle /y/ ou de la voyelle /ø/ sur leur discrimination, que la hauteur soit unique (H1, H2, H3, H5H1 H2 H3 H5), répétée (H1-H1-H1) ou modifiée (H1-H2-H1, H1-H2-H1, H1-H3-H2, H1-H5-H1). Les statistiques inférentielles ne montrent aucun effet, ni de l'écoute d'une fréquence fondamentale, ni de l'écoute sur un intervalle de fréquences fondamentales sur la discrimination des voyelles non-natives /y/ et /ø/. Un effet hauteur a été néanmoins trouvé en contraste fermé /i/ /u/ sur la discrimination de /ø/, où H5 rend moins aisée la discrimination.

III.2.3 Effet de la durée : Expérience 3

Dans notre contexte expérimental, la hauteur et ses variations ne facilitent pas la perception de voyelles non-natives. Parmi les paramètres spécifiques à la voix chantée et qui la distinguent de la voix parlée, il y a

l'allongement de la durée d'émission des voyelles. Ce paramètre de durée est également utilisé par la méthode verbo-tonale car susceptible d'améliorer la récupération d'indices acoustiques non pertinents dans la langue maternelle (cf. Section I.2.1). Notre hypothèse, appuyée sur la théorie de la méthode verbo-tonale pour l'intégration phonétique d'une langue étrangère est que /y/ et /ø/ sont d'autant mieux discriminés que la durée vocalique d'émission est longue (D6 (600 ms) > D4 (400 ms) > D2 (200 ms)).

Voyelle	Phase 1	Phase 2			
	à mémoriser	à discriminer			
Nb (%)	Contraste	Réf.	Cible	Cible	Distracteur
	6	42 (27)	42 (27)	42 (27)	30 (19)
Bloc 1	i	i	y	ø	a
Bloc 2	e	e	y	ø	a
Bloc 3	o	o	y	ø	a
Bloc 4	u	u	y	ø	a

Stimuli H1 ; D2 D4 D6 ; /t/

Table III.6 *Blocs de test de l'expérience 3 : effet allongement de durée vocalique.*

L'expérience 3 *Durée* (Table III.6) exploite 3 longueurs d'émission de la voyelle (D2, D4, D6) sur une hauteur H1, laquelle avait été établie dans notre étude préliminaire (tests 1 et 2) hauteur moyenne pour la parole chez les locutrices natives du français (cf. Section III.2.1). Les contrastes, références, cibles, distracteur sont les mêmes que dans les expériences précédemment présentées et ils sont émis, comme dans l'expérience 1 *Hauteur*, dans une syllabe de structure CV. Les réponses des 24 participants ayant passé les 4 tests de l'expérience sont analysées (âge moyen = 26 ± 11 ans ; 18 femmes, 6 hommes). Les tests sont construits à l'identique les uns des autres, avec la même répartition des items vocaliques. 18 sujets sont naïfs en français, 3 s'auto-estiment à un niveau A1 et 3 autres à un niveau A2.

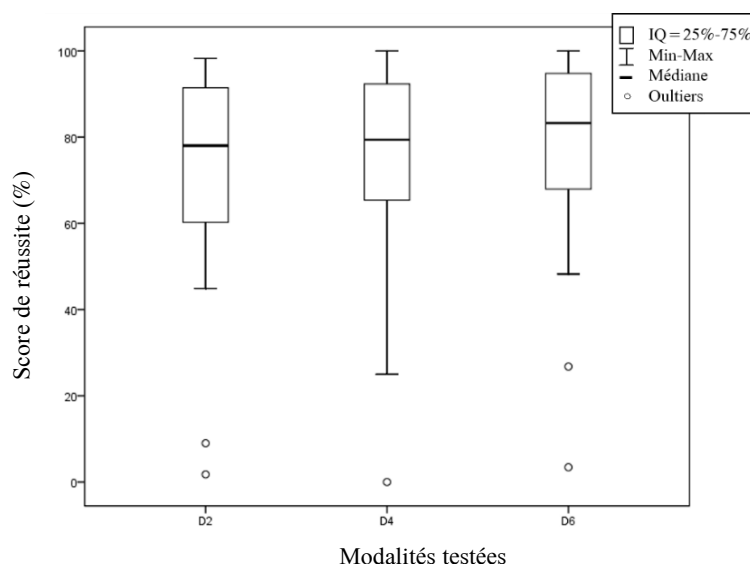


Figure III.14 *Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction de la modalité durée, contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ mixés (D2 = 200 ms, D4 = 400 ms, D6 = 600 ms).*

Les statistiques descriptives conduites sur les scores de discrimination de /y/ selon la durée d'émission de la voyelle montrent des médianes et des intervalles interquartiles semblables (Figure III.14). L'ACP appliquée aux variables initiales ne suggère pas non plus d'effet de durée vocalique, ni en inter-bloc de test ($\lambda < .1$, *variance expliquée* = 1.36 %), ni en intra-bloc de test ($\lambda < .2$, *variance expliquée* entre 1 et 7 %).

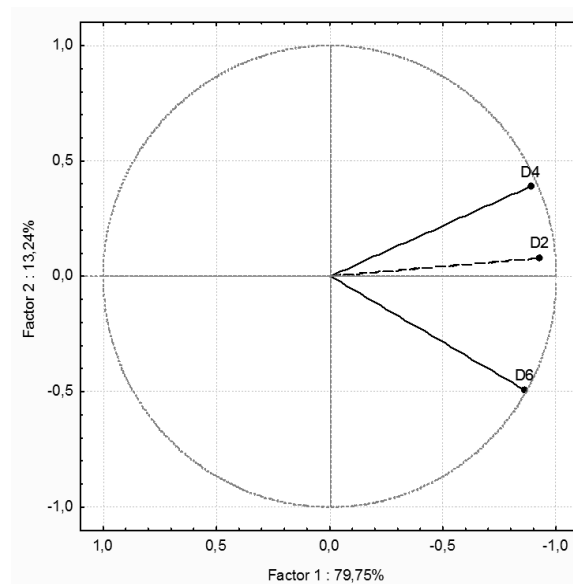


Figure III.15 Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /ø/ selon la durée d'émission de la voyelle (D2 D4 D6) en bloc de test /i/.

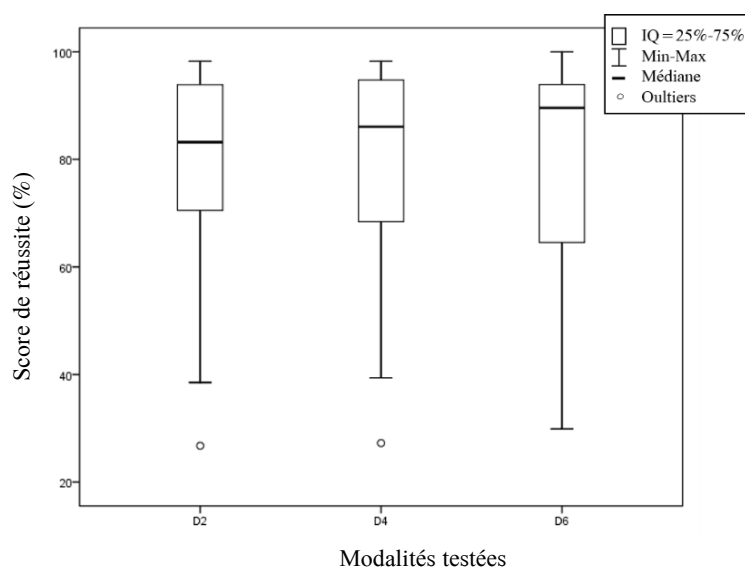


Figure III.16 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction de la modalité durée, contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ mixés (D2 = 200 ms, D4 = 400 ms, D6 = 600 ms).

Concernant la discrimination de /ø/, les médianes et les écarts interquartiles, les moyennes et les écarts types observés sur les scores en inter-bloc de test et en intra-bloc de test sont similaires d'une durée à l'autre. Les ACP ne suggèrent aucun effet de la durée vocalique non répétée, ni en inter-bloc de test ($\lambda < .1$, *variance expliquée* = 1.52 %), ni en intra-bloc de test ($\lambda < .4$, *variance expliquée* entre 2 et 13 %) (Figure III.15). L'ACP conduite en contraste /i/ suggère cependant un comportement des sujets légèrement spécifique quand /ø/ est

émise sur une durée vocalique de 600 ms (D6) : le score médian est plus élevé et Q3 et Q5 plus bas (Figure III.16). Cependant, ni les statistiques descriptives, ni le test de Friedman ne mettent en évidence de différence de comportement selon l'allongement de la durée vocalique ($Z(2, 23) = 2.94, p = .23, r = .02$).

III.2.4 Effet Répétition de la durée : expérience 4

ACP et statistiques inférentielles ne suggèrent pas d'effet de la durée vocalique sur la discrimination de voyelles non-natives mais, comme pour la variation ou la répétition de la hauteur, on prédit que le phénomène de dynamique, par exemple la répétition est imputable à la caractéristique de rythme en musique. Notre hypothèse est ainsi que /y/ et /ø/ sont mieux discriminés lorsque un stimulus audio de durée *i* est répété (Di-Di-Di) et /y/ et /ø/ sont d'autant mieux discriminés que la durée vocalique globale du stimulus est plus grande.

Pour observer l'effet *Répétition de la durée* (Table III.7), les 3 durées (D2 = 200 ms, D4 = 400 ms, D6 = 600 ms) et la hauteur H1 (la2) sont les mêmes que celles retenues pour l'expérience 3 sur l'effet durée. Contrastes, références, cibles et distracteur vocaliques sont identiques à ceux des expériences précédentes et sont également émis dans une syllabe de structure CV, avec C = /t/. Les sujets ayant passé les 4 tests de l'expérience 4 sont les mêmes que pour l'expérience 3 *Variation de hauteur*.

	Phase 1		Phase 2		
	Voyelle à mémoriser		à discriminer		
Nb (%)	Contraste	Réf.	Cible	Cible	Distracteur
	6	45 (41)	24 (22)	24 (22)	18 (16)
Bloc 1	i	i	y	ø	a
Bloc 2	e	e	y	ø	a
Bloc 3	o	o	y	ø	a
Bloc 4	u	u	y	ø	a

Stimuli H1 ; (D2-D2-D2) (D4-D4-D4) (D6-D6-D6) ; /t/

Table III.7 Blocs de test de l'expérience 4 : effet Répétition de durée.

D'une modalité *Répétition de la durée* à l'autre, les médianes et écarts interquartiles sont sensiblement identiques les uns aux autres (Figure III.17). L'ACP ne suggère pas d'effet de la répétition de la durée vocalique sur la discrimination de /y/ dans cette expérience, ni en inter-contrastes ($\lambda < .1$, *variance expliquée* = 1.16 %), ni en intra-bloc de test (/i/ vs /e/ vs /o/ vs /u/) ($\lambda < .2$, *variance expliquée* entre 2 et 6 %), prolongeant les résultats trouvés dans l'expérience 3 (allongement de la durée vocalique) sur la discrimination de /y/.

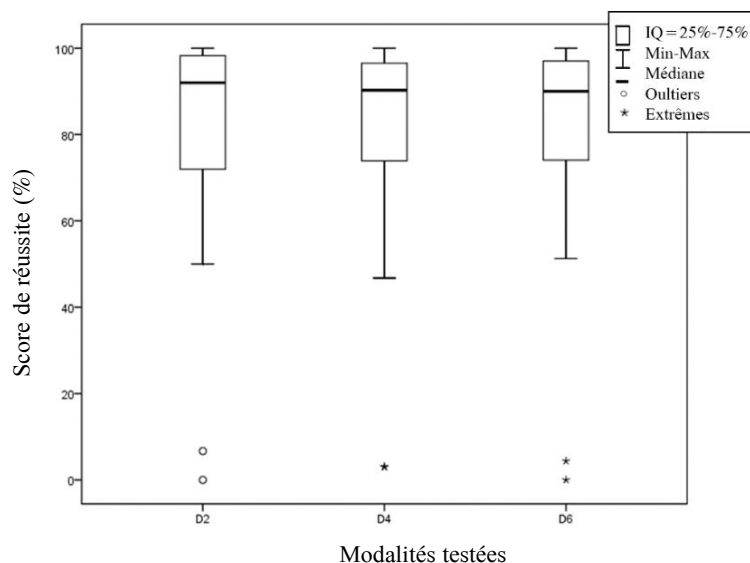


Figure III.17 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction de la modalité durée répétée, contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ mixés (D2 D2 D2, D4 D4 D4, D6 D6 D6).

Pour /ø/ comme pour /y/ dans cette expérience et comme dans l'expérience sur la durée vocalique non répétée, les médianes et écarts interquartiles sont similaires quelle que soit la valeur de l'allongement de la durée répétée (200, 400 ou 600 ms) (Figure III.18) et l'ACP ne montre pas de différence de comportement face à la discrimination de /ø/ selon l'allongement de la durée répétée, ni en inter-bloc de test (/i/ /e/ /o/ /u/) ($\lambda < .1$, variance expliquée = 1.52 %), ni en intra-bloc de test (/i/ vs /e/ vs /o/ vs /u/) ($\lambda < .5$, variance expliquée entre 2 et 18 %). Néanmoins, comme dans l'expérience 4 *Répétition de la durée*, l'ACP appliquée en intra-bloc de test met en évidence en contraste /i/ un comportement différent. Un test de Friedman appliqué aux variables ne met en évidence aucun effet de la durée répétée sur la discrimination de /ø/ en contraste /i/ ($Z(2, 30) = 3.59$, $p = .16$, $r = .03$).

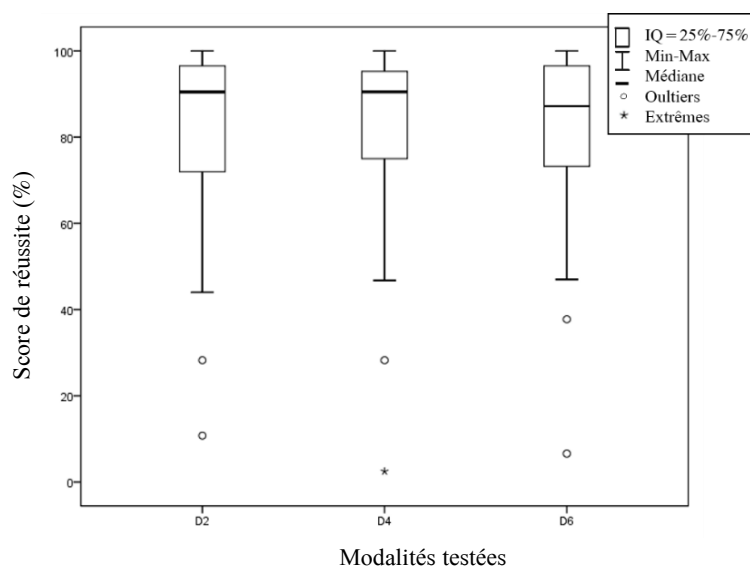


Figure III.18 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction de la modalité durée répétée, contrastes /i/ /e/ /o/ /u/ mixés (D2 D2 D2, D4 D4 D4, D6 D6 D6).

Nos analyses ne montrent aucun impact de l'allongement de la durée vocalique sur la discrimination de /y/ et /ø/, testé avec les contrastes /i/, /e/, /o/, /u/, que la tâche soit avec une durée répétée (D2-D2-D2, D4-D4-D4, D6-D6-D6) ou non (D2, D4, D6).

III.2.5 Effet du type de consonne prévocalique : expérience 5

La méthode verbo-tonale exploite la fréquence fondamentale et la durée vocalique comme des outils de renforcement d'informations intrinsèques au signal sonore qui sont utilisées par les auditeurs natifs de la langue cible pour la discrimination de segments (cf. Section I.2.1). Ces apports sont rarement exploités seuls car la méthode verbo-tonale suggère de combiner à ceux-ci la coarticulation. Pour faciliter la perception d'une voyelle non-native, la méthode propose d'exploiter la coarticulation, avec une consonne sélectionnée en fonction de ses caractéristiques acoustiques. Dans le cas d'une confusion de /y/ avec /u/ comme souvent citée dans la littérature, où l'assimilation perceptive a lieu avec une voyelle postérieure, les verbo-tonalistes suggèrent l'utilisation d'une consonne « claire » (acoustiquement diffuse) et l'évitement d'une consonne de même acuité que celle à l'origine de l'assimilation perceptive, autrement dit « sombre » (acoustiquement compacte). Le but est de renforcer des caractéristiques acoustiques de [y] que le conditionnement phonologique des natifs de l'italien empêche de traiter à un niveau grand débutant d'apprentissage. Partant du postulat de Canepari (2007) que /y/ est perceptivement assimilée avec la voyelle postérieure /u/ par les italophones, notre hypothèse est ainsi que /y/ est mieux discriminé de /u/ s'il est précédé d'un contexte consonantique clair comme [t] plutôt que sombre, par exemple [p].

L'objectif est de vérifier qu'un apprenant discrimine mieux des phonèmes absents de sa langue maternelle si ceux-ci sont à la fois précédés d'un contexte consonantique facilitant la récupération acoustique des indices originellement non traités et émis sur une hauteur les éloignant perceptivement du contraste avec lequel ils sont confondus. Ainsi, chez nos sujets italophones, /y/ pourrait être mieux discriminé en contraste /u/, accompagné de la consonne /t/ et émis sur la hauteur H5 (ou H3), l'entourage consonantique claire et une hauteur d'émission de la voyelle plus élevée pouvant faciliter, selon les hypothèses de l'approche verbo-tonale, la perception des fréquences aiguës du signal. Dans une perspective maximale, il serait aussi possible de tester en contraste /i/ la valeur des scores, alors attendus meilleurs qu'ils ne le sont déjà, quand /y/ est précédée de /p/ et émise sur H1. Nous nous attendons donc à ce que /y/ émise en contexte consonantique clair soit d'autant mieux discriminée de /u/ que la fréquence fondamentale d'émission augmente (H1 (la2) < H3 (do3) < H5 (mi3)).

L'expérience 5 sur l'effet du type de contexte consonantique (Table III.8) à partir des 2 consonnes (/p/ et /t/) et en attaque de syllabe ouverte CV, aux 3 hauteurs (H1, H3, H5) et la durée D2. Les contrastes et références sont /i/ et /u/, la cible /y/ et le distracteur /a/. 34 participants (âge moyen = 26 ± 9 ans ; 26 femmes, 8 hommes) ont passé les deux tests. 23 sujets sont naïfs en français, 6 s'auto-estiment à un niveau inférieur à A1 et 4 à un niveau A2.

Voyelle	Phase 1	Phase 2		
	à mémoriser	à discriminer		
nb (%)	Contraste	Réf.	Cible	Distracteur
	6	60 (37)	72 (44)	30 (19)
Bloc 1	i	i	y	a
Bloc 2	u	u	y	a

Stimuli H1 H3 H5 ; D2 ; /t/ /p/

Table III.8 Blocs de test de l'expérience 5 : effet Consonne.

Une ACP a été réalisée sur 3 variables ((Variable Contraste (1 modalité /u/ ou /i/) * variable consonne (2 modalités /p/ ou /t/) * variable hauteur (3 modalités H1 H3 H5)). En contraste antérieur, aucun effet du contexte consonantique sur la discrimination de /y/ n'est relevé par l'ACP et ce, quels que soient les profils sociolinguistiques des participants et la taille du groupe observé (par exemple, selon les hypothèses à vérifier, les groupes ont été réduits à $n = 10$ ou à $n = 6$ sujets, en particulier en fonction des covariables « niveau en allemand » et/ou « score de réussite de la tâche »). En revanche, en contraste postérieur les statistiques descriptives indiquent pour des échantillons $N = 34$ des scores de bonne détection de la cible plus élevés quand /y/ est précédé de la consonne /t/ que quand il est précédé de /p/ (médiane $_{TU} = 71$ %, écart interquartile $_{TU} = 80$; médiane $_{PU} = 46$ %, écart interquartile $_{PU} = 80$). L'ACP suggère un effet de la consonne coarticulée en contraste postérieur mais uniquement sur un échantillon de 10 sujets correspondant à ceux ayant obtenu des scores moyens et n'ayant pas étudié l'allemand (facteur 2 : $\lambda = 1.44$, 24 % de la variance totale ; le facteur 2 a en effet été associé, après confrontation de typologie des individus et des scores, en grande partie à la série de variables initiales « contraste » ; Figure III.19).

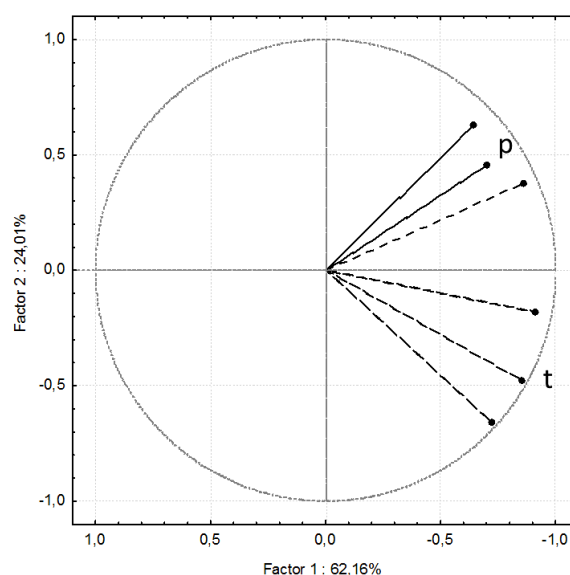


Figure III.19 Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ selon la modalité contexte consonantique (/p/ /t/).

Les statistiques inférentielles appliquées aux échantillons $N = 34$ et sous-groupe $n = 10$ pour les 2 modalités consonnes /t/ et /p/ en contraste /u/ rapportent un effet significatif du contexte consonantique sur la discrimination de /y/, en faveur de /t/ (pour l'échantillon complet $N = 34$ sujets : $Z(tu > pu) = -2.71$, $p = .007$; $tu-pu = 8.48$, $t = 2.63$, $p = .012$ et pour le sous-groupe $n = 10$: $Z(1,9) = 13.00$, $p = .02$, $r = .18$; médiane $_{TU} = 11$ %, écart interquartile $_{TU} = 33$; médiane $_{PU} = 3$ % ; écart interquartile $_{PU} = 28$). Toutefois, pour $N = 34$, le résultat semble dû à la présence de valeurs extrêmes.

Par ailleurs, l'absence d'effet hauteur, relevée dans l'expérience 1, est également trouvée dans l'expérience 5 *Consonne*. Dans cette dernière, la modalité hauteur était également testée sans être toutefois la cible de l'expérience. En effet, les ACP conduites sur l'ensemble ou une partie des [(Variable hauteur (3 modalités H1 H3 H5)) * variable consonne (2 modalités /p/ /t/) * variable contraste (2 modalités /i/ /u/)] de l'expérience 5 *Consonne* ne suggèrent pas d'effet fréquence fondamentale sur la discrimination de /y/. Ce résultat est trouvé en inter-bloc de test (facteur 3 : $\lambda = .46$; représentatif de 3.82 % de la variance totale expliquée)⁷⁰ et en intra-bloc de test (*valeurs propres* < 1, moins de 10 % de la variance totale expliquée dans les deux cas). Il est également semblable pour les observations portant sur une population globale ($N = 34$) ou bien sélectionnée selon des critères sociolinguistiques (selon le niveau de français, les connaissances en allemand, les compétences en musique...). Par exemple, les résultats sont comparables quelle que soit la taille de l'échantillon observé en contraste /i/ ($N = 34$ ou $n = 10$ ou $n = 6$) ou en contraste /u/ ($N = 34$ ou $n = 10$ ⁷¹). Toutefois, en contraste /u/ contextes consonantiques confondus, l'ACP suggère un comportement différent face à la discrimination de /y/ réalisée avec une hauteur H5 (Figure III.20), révélé néanmoins non significatif ($Z(2,10) = .06$, $p = .97$, $r = .11$).

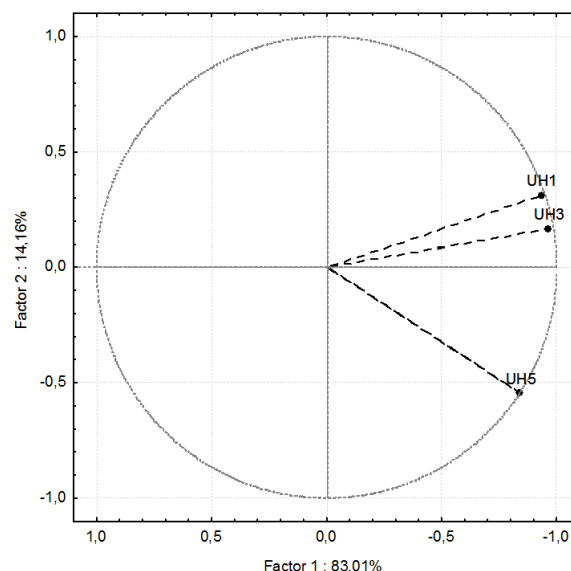


Figure III.20 Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ en contraste /u/ selon la modalité hauteur (H1 H3 H5).

⁷⁰ Le facteur 3 semble en effet exploiter en grande partie les variables « hauteurs » pour faire une typologie des comportements.

⁷¹ 10 sujets correspondent à ceux ayant obtenus des scores de discrimination de /y/ intermédiaires.

Les statistiques descriptives appliquées au groupe $n = 10$ expliquent en partie cette répartition dans l'espace bifactoriel. Les écarts interquartiles en contraste /u/ sont deux fois plus importants quand la hauteur d'émission du stimulus est $H5 = 40$ (médiane $H5 = 6.33$) que quand elle est $H1$ ou $H3$, respectivement $H1 = 22$, (médiane $H1 = 5.90$) et $H3 = 22$ (médiane $H3 = 8.45$). Concernant $N = 34$, bien qu'apparaisse un quartile supérieur plus élevé en $H3$ qu'en $H5$ ($Q3_{H1} = 86.40$; $Q3_{H3} = 90.10$; $Q3_{H5} = 79.94$; Figure III.20), les statistiques descriptives indiquent des médianes, des écarts interquartiles et des quartiles inférieurs numériquement proches d'une modalité à l'autre, et le test de Friedman ne montre aucune différence significative de moyennes ($Z(2,34) = 3.19$, $p = .20$, $r = .02$).

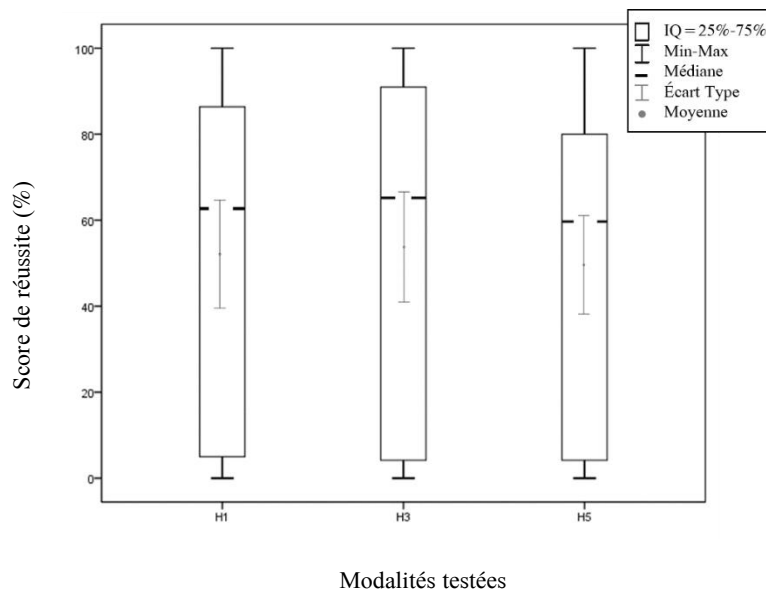


Figure III.21 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en contraste /u/ et en fonction de la hauteur ($H1 = la2$, $H2 = si2$, $H3 = do3$, $H5 = mi3$) ($N = 34$ sujets).

Il est ainsi intéressant de noter que, comme dans les expériences 1 et 2 menées sur l'effet hauteur et hauteur modifiée, dans cette expérience 5 où les voyelles étaient coarticulées aussi avec /p/, aucun effet de la modalité hauteur n'est relevé sur la discrimination de /y/.

La méthode verbo-tonale ajoute à l'outil « *consonne prévocale* » celui de « *fréquence fondamentale* », censée pouvoir impacter la distance perceptive entre phonèmes non-natifs et phonèmes natifs (cf. Section I.2.1). Dans le cas d'une confusion de phonèmes non-natifs avec des phonèmes natifs postérieurs, autrement dit plus sombres, nos résultats n'ont montré aucun effet hauteur sur la discrimination de /y/, que cette hauteur soit isolée, répétée ou modifiée. Une explication pourrait être que l'utilisation de la modalité hauteur seule ne suffise pas à améliorer la discrimination d'une voyelle non-native, et qu'il faudrait associer à cet outil celui de la coarticulation.

Les ACP conduites en intra-bloc de test pour répondre à l'hypothèse que /y/ est d'autant mieux discriminé de /u/ que la hauteur d'émission est élevée ne suggèrent aucun effet hauteur associée à la consonne sur les scores de discrimination de /y/, ni en contraste antérieur, ni en contraste postérieur et ce, que les ACP soient appliquées à un échantillon complet ou à un échantillon réduit où $n = 10$ (pour $n = 10$: $\lambda_{PI} < .1$, 26 % de la variance

totale ; $\lambda_{TI} < .1$, 15.22 % de la variance totale ; $\lambda_{PU} < .1$, 15.28 % de la variance totale ; $\lambda_{TU} < .3$, 8.39 % de la variance totale). La significativité de différence entre moyennes de scores, trouvée suite à un test de Friedman sur $N = 34$ et en faveur d'un effet de la consonne /t/ associée à la hauteur H5 ($Z(5,34) = 2.79$, $p = .005$), trouve son origine dans des variances différentes entre les populations observées, des médianes pratiquement semblables pour des moyennes très différentes, et surtout des valeurs extrêmes, qui influencent donc le résultat obtenu par statistique inférentielle (Figure III.22 et Figure III.23). Par hauteur et pour $N = 34$, on observe cependant sur la Figure III.22 (et on note les mêmes comportements pour $n = 10$) des moyennes systématiquement meilleures pour la discrimination de /y/ coarticulée à /t/ plutôt qu'à /p/. On trouve une différence de moyennes importantes entre /p/ et /t/ en H1 et surtout H3, et réduite avec H5.

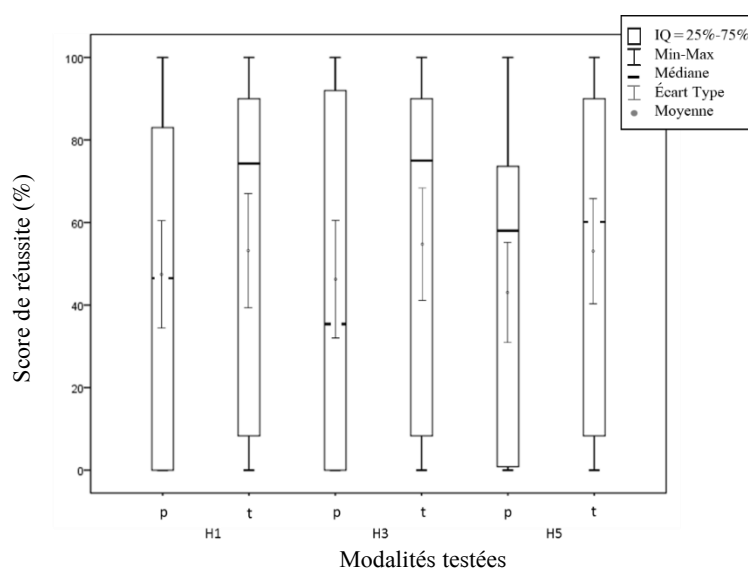


Figure III.22 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en contraste /u/ en fonction de la hauteur, (H1 = la2, H2 = si2, H3 = do3, H5 = mi3) et de la consonne prévocallique (/p/ /t/) ($N = 33$).

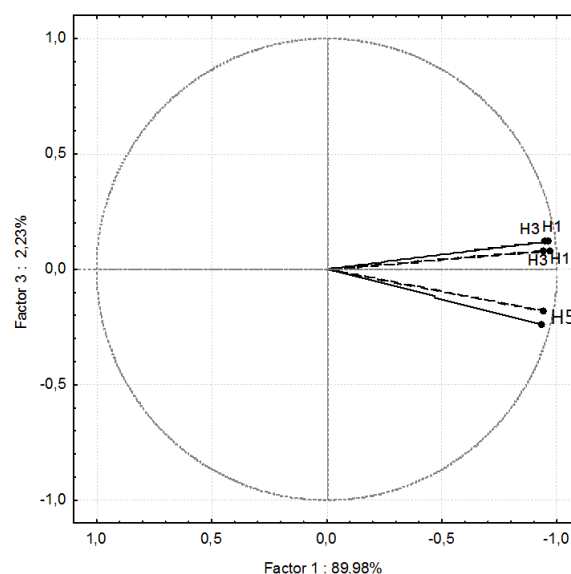


Figure III.23 Cercle des projections facteur 1 * facteur 3, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ en contexte consonantique prévocallique /t/ selon la modalité hauteur (H1 H3 H5).

III.3 Analyse du type d'assimilation perceptive de /y/ et /ø/

III.3.1 Quelle assimilation perceptive de /y/ par les italophones ?

À partir des expériences 1 et 5, étude de perception les observations qui suivent tentent de définir le mode d'assimilation perceptif opéré par les locuteurs natifs de l'italien testés pour les voyelles antérieures arrondies fermée et mi-fermée du français. Dans l'expérience 5 *Consonne*, l'ACP appliquée aux variables suivantes : (Variable Contraste de référence (2 modalités /i/ /u/) * variable consonne (2 modalités /p/ /t/) * variable hauteur (3 modalités H1 H3 H5) suggère un effet de la variable contraste sur la compétence de discrimination de /y/ (facteur 2 : $\lambda = 1.17$) (Figure III.24), effet relevé très significatif suite à un test de Friedman ($Z(11, 33) = 96.05$, $p < .0001$, $r = .24^{72}$).

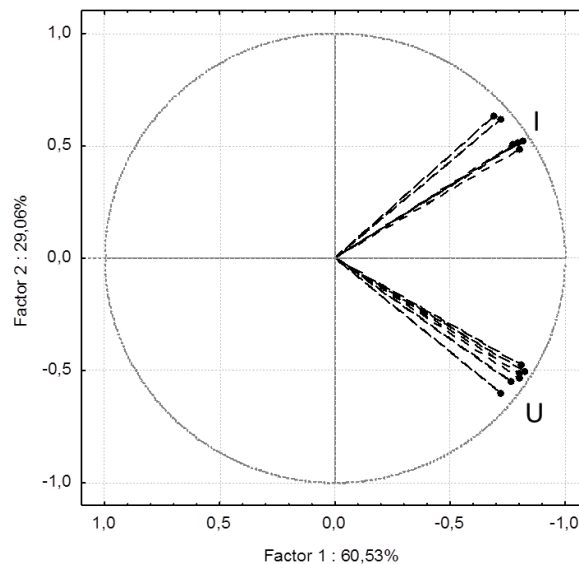


Figure III.24 Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ selon la modalité contraste (/i/ /u/) pour 33 sujets.

Le même résultat est trouvé après application d'une ACP pour les expériences 1 et 2 *Hauteur* et *Variation de hauteur* : (Variable Contraste (4 modalités /i/ /e/ /o/ /u/) * variable hauteur (4 modalités H1 H2 H3 H5 ou H1.H1.H1 - H1.H2.H1 - H1.H3.H1 - H1.H5.H1) et pour les expériences 3 et 4 *Durée* et *Répétition de la durée* (Variable Contraste (4 modalités /i/ /e/ /o/ /u/) * variable durée (3 modalités D2 D4 D6 ou D2.D2.D2 - D4.D4.D4 - D6.D6.D6). Trois facteurs pour les expériences 1 et 4 *Hauteur* et *Répétition de la durée*, et quatre facteurs pour les expériences 2 et 3 *Variation de hauteur* et *Durée* suffisent à expliquer 89 % de la variance (chacun de ces facteurs ayant par ailleurs une valeur propre ≥ 1). Pour chacune des ACP, l'observation confrontée des

⁷² Les tests non paramétriques ne sont pas les mieux recommandés pour l'analyse de notre échantillon qui présente de nombreux scores plafond en contraste antérieur. Les GLM, conduites exceptionnellement sur l'ensemble des sujets ayant passé au moins un des deux tests, soit 35 sujets, rapportent également un effet hautement significatif du contraste vocalique ((z) - 20.571, $p < .001$).

projections à deux dimensions avec l'ensemble des variables initiales suggère un lien des trois premiers facteurs avec les scores d'abord et les traits d'aperture et d'antériorité ensuite, suggérant un effet de ces derniers sur le comportement des sujets en perception. Le test de Friedman appliqué aux 16 variables des expériences 1 et 2 *Hauteur* et *Variation de hauteur* et aux 12 variables des expériences *Durée* et *Répétition de la durée* met en évidence une différence de moyennes significative entre les modalités observées sur la discrimination de /y/ (expérience *Hauteur* : $Z(15,27) = 45.61, p < .00001, r = .09$; expérience *Durée* : $Z(11,24) = 43.14, p < .00001, r = .13$; expérience *Variation de la hauteur* : $Z(15,29) = 55.49, p < .00001, r = .10$; expérience *Répétition de la durée* : $Z(11,31) = 43.42, p < .00001, r = .10$).

Vu l'absence de significativité de l'effet durée et de l'effet *hauteur* rapportée par les analyses précédentes (cf. Sections III.2.1 à III.2.4), ces résultats suggèrent fortement un rôle du contraste sur la discrimination de /y/, en accord avec les résultats obtenus dans l'expérience *Consonne*. De plus, les différences significatives entre moyennes sont confirmées quand l'analyse de Friedman porte sur les 4 moyennes de scores par sujet pour la discrimination de /y/ en contraste mixés /i/, /e/, /o/ et /u/ (expérience 1 *Hauteur* : $Z(3,26) = 9.76, p = .021, r = .09$; expérience 2 *Variation de hauteur* : $Z(3,29) = 18.76, p = .0003, r = .19$; expérience 3 *Durée* : $Z(3,24) = 8.57, p = .036, r = .08$; expérience 4 *Répétition de la durée* : $Z(3,31) = 17.14, p = .0006, r = .16$).

Un effet, a priori du contraste, est retrouvé dans la série de cinq expériences, lesquelles n'étaient pourtant pas conçues dans cet objectif. Ce résultat suggère un effet très résistant de ce paramètre. Les observations qui suivent visent à définir le trait responsable de ce résultat et à définir sinon celui qui impacte le plus fortement la perception de la cible /y/.

III.3.1.2 L'antériorité

Canepari (2006) prédit une assimilation perceptive des voyelles antérieures arrondies absentes de "l'italien standard"⁷³ avec des voyelles postérieures (cf. Section II.2.1), mais à notre connaissance il n'existe pas de publication explicitant la manière dont les natifs de l'italien catégorisent les phonèmes du français. Comme suggéré par Canepari (2006), nous nous attendons à ce que, chez des italophones, /y/ et /ø/ soient mieux discriminés en contraste antérieur que postérieur. Pour vérifier l'effet de l'antériorité sur la discrimination de /y/ et de /ø/, une analyse transversale des données a été menée. Pour chacune des cinq expériences de l'étude de perception, les scores de discrimination sont confrontés dans le cas de /y/, selon que le contraste est /i/ ou /u/ et dans le cas de /ø/, selon que le contraste est /e/ ou /o/.

- ***Effet de l'antériorité sur la discrimination de /y/, quel que soit le degré d'aperture***

Pour les cinq expériences, la projection des facteurs par ACP suggère une différence de comportement dans la discrimination de /y/ selon que le contraste est antérieur ou postérieur, et la projection des individus suggère une aptitude moins élevée des sujets à discriminer /y/ en contraste postérieur qu'antérieur (exemple,

⁷³ Pour une discussion, cf. II.1.1. *Inventaire des unités distinctives du français et de l'italien*

Figure III.25 à Figure III.28 pour l'expérience *Hauteur* et l'expérience *Durée*). Excepté dans l'expérience *Durée*, on trouve toujours en contraste antérieur et traits d'aperture indissociés une médiane obtenue par l'ensemble des sujets pour la discrimination de /y/, plus élevée que celle obtenue en contraste postérieur (par exemple, pour l'expérience *Variation de hauteur* : 97 % vs 91 % ; expérience *Répétition de la durée* : 82 % vs 78 %) et des quartiles inférieurs et supérieurs plus élevés en contraste antérieur que postérieur. En outre, les sujets sont meilleurs à discriminer /y/ en contraste antérieur plutôt que postérieur (expérience *Répétition de la durée* : 24 sujets sur 31 sont dans ce cas), suggérant un effet de l'antériorité résistant au trait d'aperture pour la discrimination de /y/. Concernant l'expérience *Durée*, si 13 sujets sur 24 obtiennent de meilleurs scores lorsque /y/ est comparée à un contraste antérieur, la médiane obtenue par l'ensemble des sujets pour la discrimination de /y/ en contraste antérieur est cependant légèrement moins élevée que celle obtenue en contraste postérieur (87 % vs 89 %) tandis que le quartile inférieur moyen est plus élevé en contraste antérieur que postérieur.

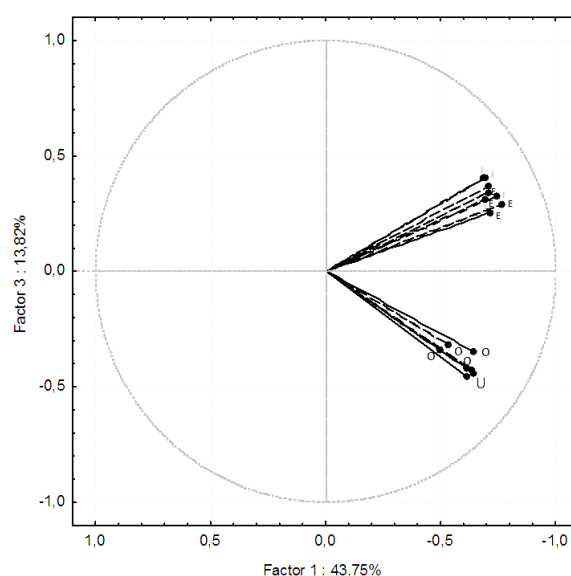


Figure III.25 Expérience *Variation de hauteur*. Cercle des projections facteur 1 * facteur 3, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ selon le contraste (/i/ /e/ /o/ /u/) (les facteurs 1 * 3 sont principalement représentatifs des variables scores * antériorité).

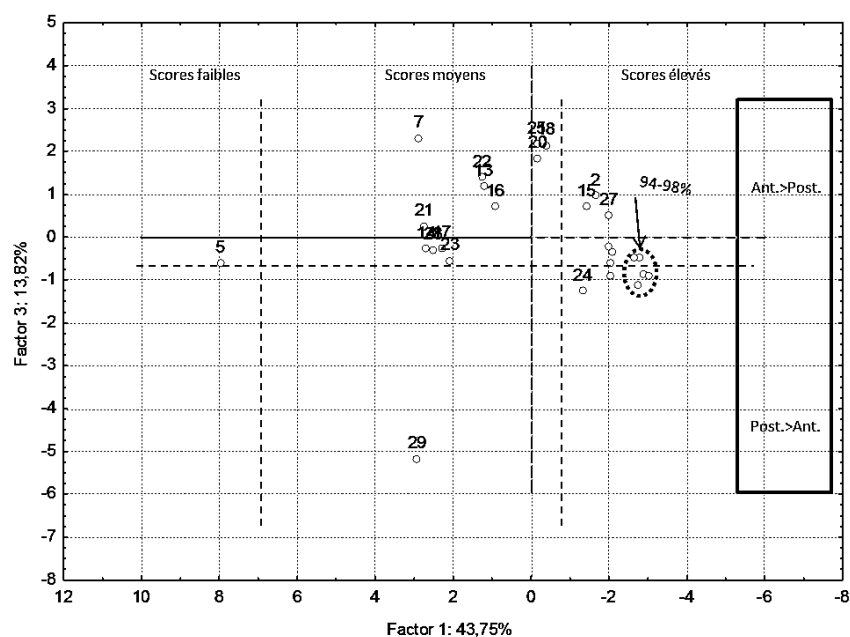


Figure III.26 Expérience Variation de hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 3 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).

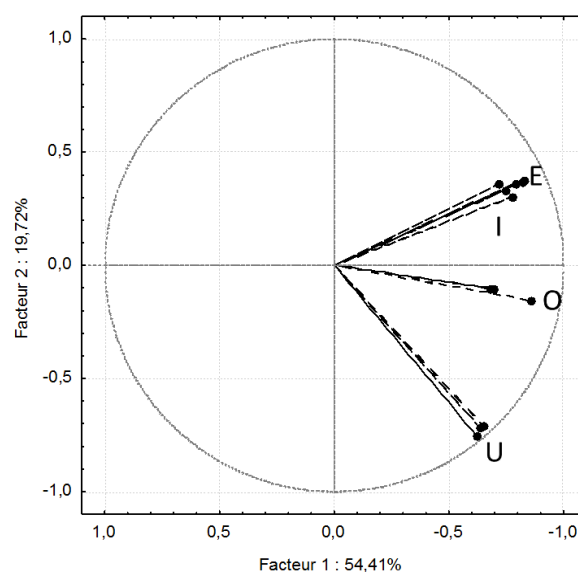


Figure III.27 Expérience Durée. Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ selon la modalité contraste (/i/ /e/ /o/ /u/)

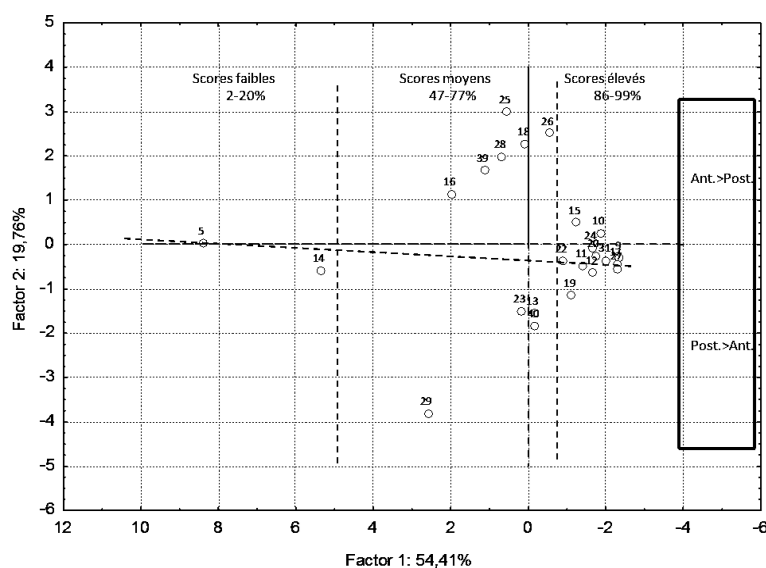


Figure III.28 Expérience Durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).

• Discrimination de /y/ en contraste fermé

Nous avons trouvé un effet du contraste dans l'expérience 5 *Consonne*. Étant donné que cette expérience ne s'intéresse qu'au seul degré d'aperture fermé, il est évident qu'il existe un rôle du trait d'antériorité sur la discrimination de /y/. Les statistiques descriptives montrent que /y/ est nettement mieux discriminé en contraste /i/ qu'en contraste /u/ (Figure III.29).

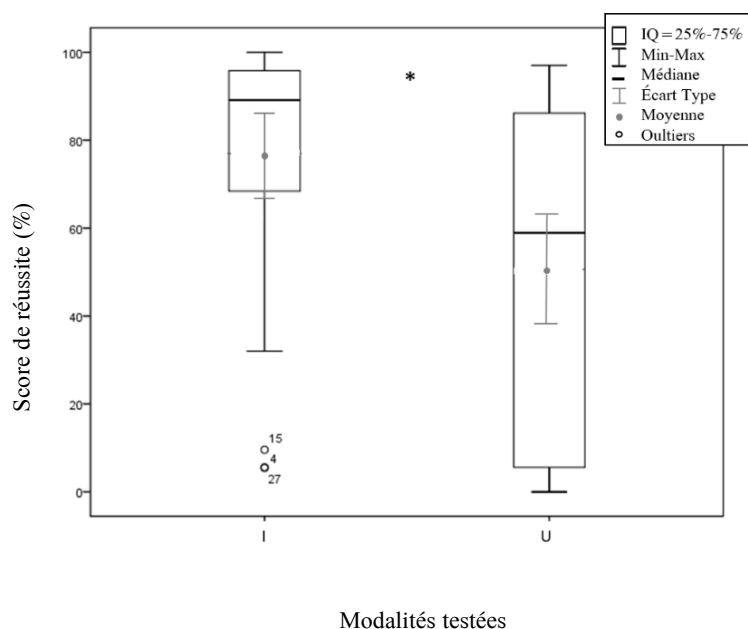


Figure III.29 Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction du contraste (/i/ /u/).

En addition à ce résultat, des observations additionnelles conduites sur le taux de détection correcte de la cible non-native /y/ montrent des temps de réaction plus courts lorsque /y/ est comparée à une référence antérieure plutôt que postérieure ($Moy_I = 585 \pm 109$ ms; $Moy_U = 638 \pm 142$ ms) (Figure III.30).

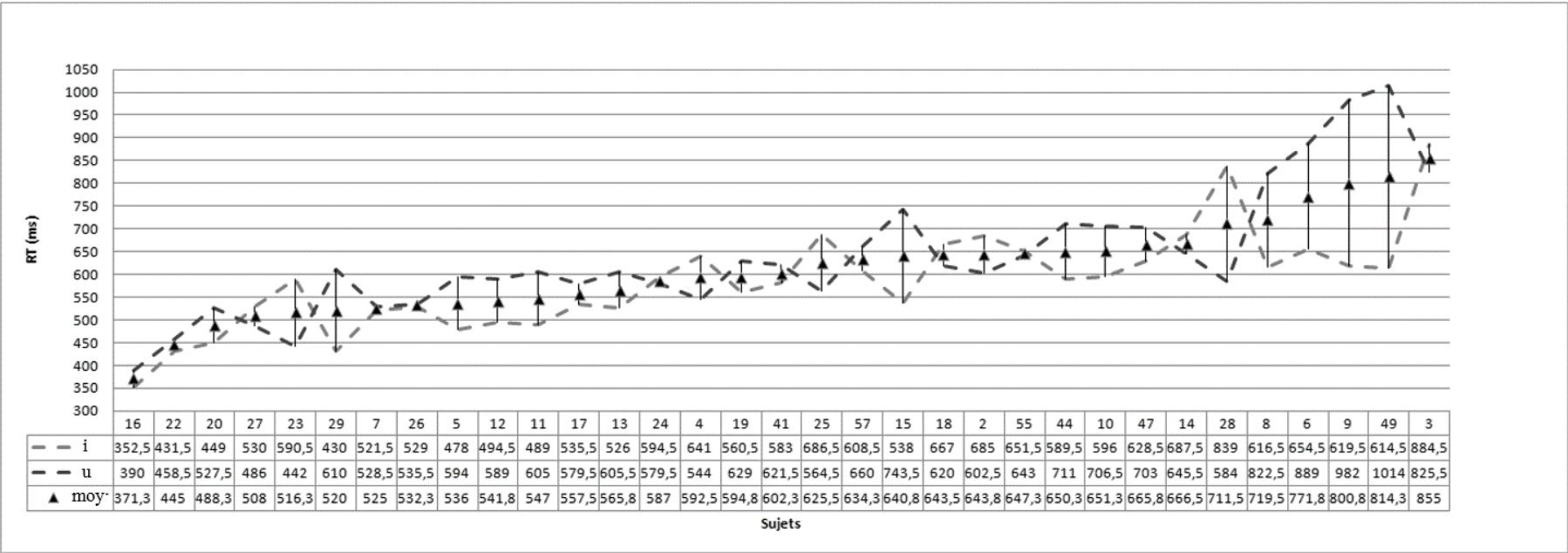


Figure III.30 Temps de Réaction (en ms) par sujet pour la discrimination de /y/ (en contraste /i/ (tiret gris) et en contraste /u/ (tiret noir), obtenus à partir des taux de détection correcte de la cible /y/ (le triangle représente le temps de réaction moyen par sujet pour l'expérience). En abscisse, pour chaque sujet (numéro à un ou deux chiffres), est transcrit le temps de réaction moyen (en ms) pour /i/ et /u/, ainsi que la moyenne.

L'effet du contraste sur la rapidité de réponse est trouvé significatif ($F(1, 32) = 4.94, p = .033, \eta_p^2 = .13$, $effect-size = 58$) et le t-test montre qu'il est en faveur de /i/ ($Moy_U - Moy_I = 53, t(32) = 2.22, \sigma = 136, p = .033$). Par ailleurs, la projection bidimensionnelle des individus par ACP permet d'identifier d'une part un groupe de sujets ayant des scores moyens et meilleurs à discriminer /y/ en contraste antérieur (score moyen = 57 %) donc confirmant la tendance, et d'autre part, un groupe de sujets ayant des scores élevés en compétence de discrimination de /y/ quel que soit le contraste (score moyen = 92 %, max = 98 %, min = 84 %) (Figure III.31).

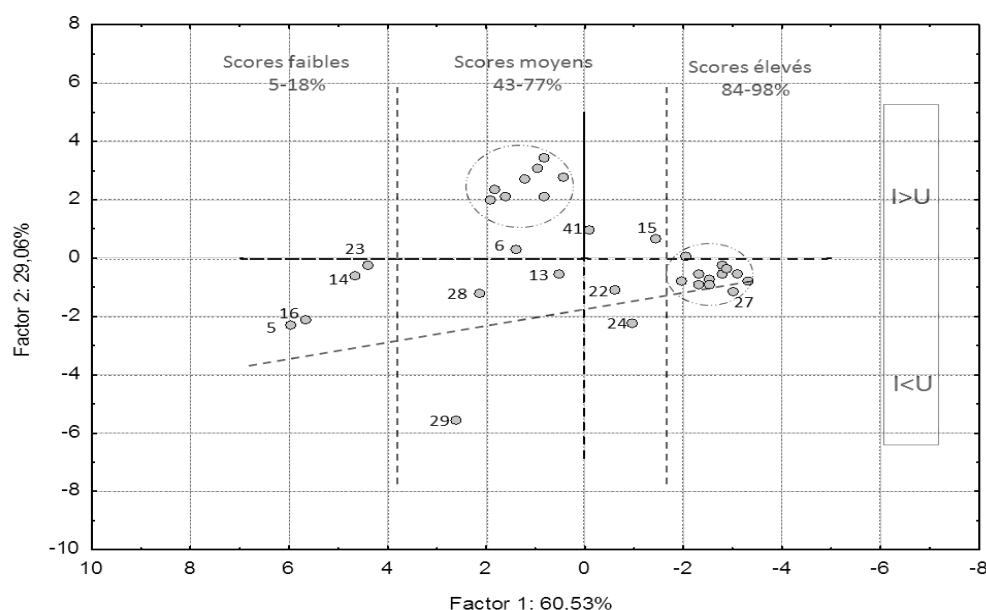


Figure III.31 Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).

Les statistiques descriptives appliquées aux expériences 1 à 4 testant l'effet de la *durée* ou de la *hauteur* sur la discrimination de /y/ montrent également une meilleure réussite de la tâche en contraste antérieur que postérieur. Les observations confrontées des axes binomiaux et des variables initiales montrent que les facteurs des ACP appliquées sur les données de chaque expérience s'appuient fortement sur le trait d'antériorité pour différencier les comportements de discrimination de /y/ (expérience *Hauteur* : $\lambda = 1.47$, 9.16 % de la variance totale ; expérience *Durée* : $\lambda = 1.73$, 14.44 % de la variance totale ; expérience *Variation de Hauteur* : $\lambda = 2.35$, 14.66 % de la variance totale ; expérience *Répétition de la durée* : $\lambda = 1.19$, 10 % de la variance totale). Les tests de Friedman appliqués aux échantillons globaux mettent en évidence une différence de moyennes significative dans les expériences *Hauteur* (Figure III.32) et *Variation de hauteur* (Figure III.33), suggérant un effet de l'antériorité sur la discrimination de /y/ en contraste fermé (cf. Table 13). Ce résultat est aussi relevé dans l'expérience *Durée* lorsque les 4 sujets discriminant /y/ plus facilement en contraste /u/ qu'en contraste /i/ sont écartés de l'observation⁷⁴, autrement dit quand il y a homogénéité des comportements.

⁷⁴ Ce résultat avait été prédit comme possible au vu des spécificités des systèmes vocaliques en langue maternelle chez les sujets italiens – cf. II.3.

Dans l'expérience *Répétition de la durée*, l'antériorité ne semble pas affecter la discrimination de /y/ en contraste fermé, que l'échantillon observé comprenne ou non les sujets ayant étudié l'allemand (Figure III.34).

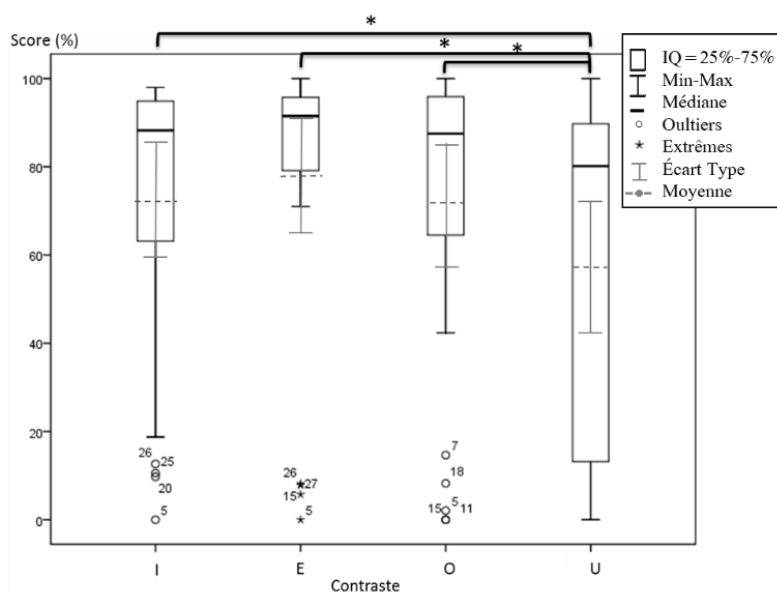


Figure III.32 Expérience Hauteur. Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction du contraste de référence (/i/ /e/ /o/ /u/). Les chiffres correspondent à des numéros de sujets.

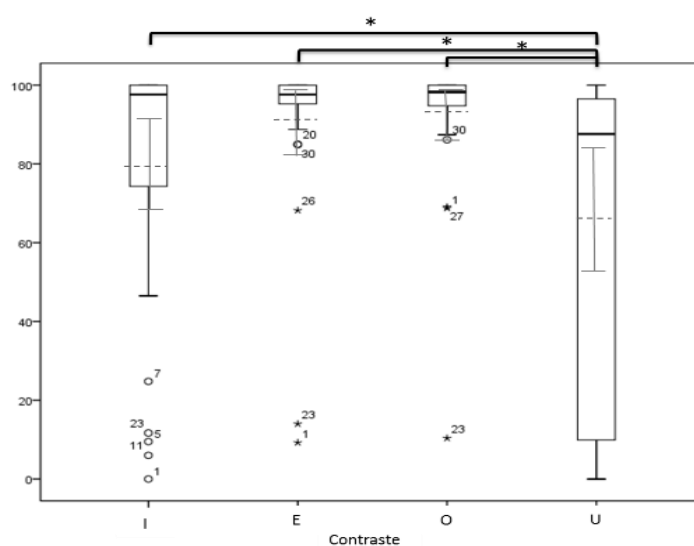


Figure III.33 Expérience Variation de hauteur. Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction du contraste de référence (/i/ /e/ /o/ /u/).

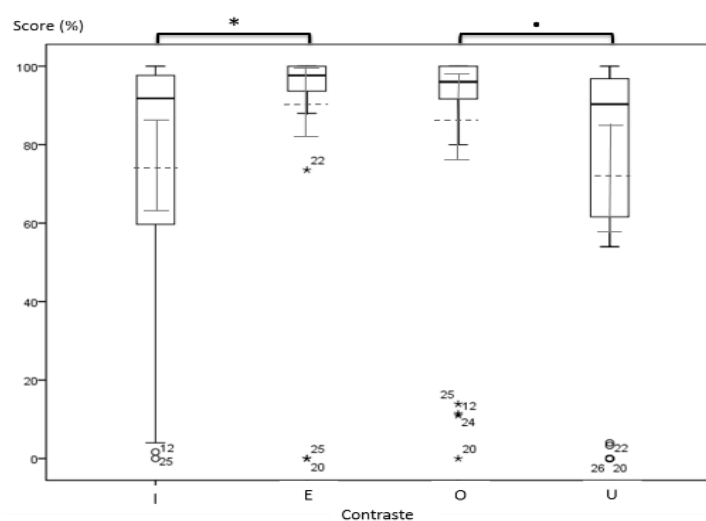


Figure III.34 Expérience Répétition de la durée. Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /y/ en fonction du contraste de référence (/i/ /e/ /o/ /u/).

• Discrimination de /y/ en contraste mi-fermé

Quel que soit le profil du sous-groupe de participants observé, les sujets apparaissent également meilleurs à discriminer /y/ en contraste antérieur, résultat trouvé significatif dans les expériences 1, 2, 4, respectivement *Hauteur* (Figure III.32), *Variation de hauteur* (Figure III.33) et *Répétition de la durée* (Figure III.34). Aucune différence de scores liée à l'antériorité n'apparaît cependant dans l'expérience *Variation de hauteur*. Les tests non-paramétriques révèlent un effet non significatif dans toutes les expériences sauf dans l'expérience *Durée* (Figure III.35)⁷⁵.

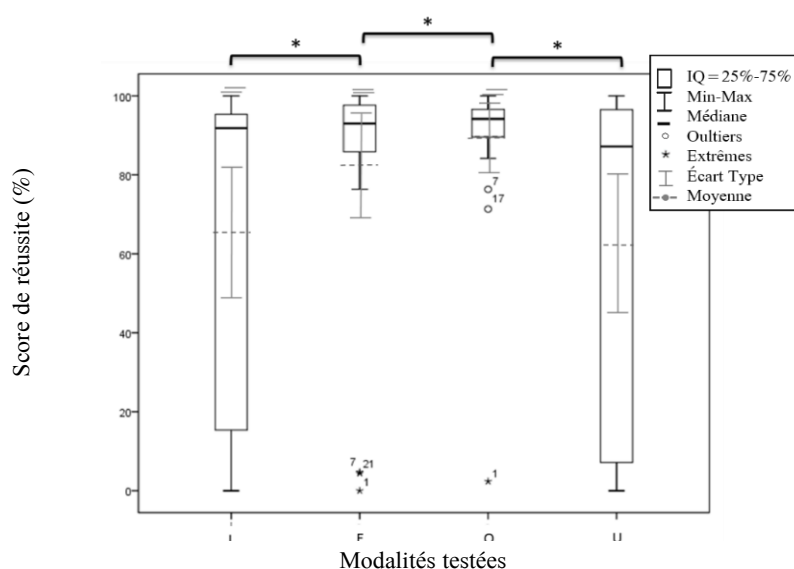


Figure III.35 Expérience Durée. Discrimination correcte de la voyelle non-native /y/ selon le contraste de référence.

⁷⁵ Les écarts interquartiles sont utilisés car les moyennes ne sont pas représentatives des données en raison de valeurs extrêmes et d'outliers. Par exemple, ici $Moy_U = 62 \pm 43 \%$, $Moy_I = 64 \pm 40 \%$, $Moy_E = 82 \pm 32 \%$, $Moy_O = 89 \pm 21 \%$.

À travers les résultats des 5 expériences un effet significatif de l'antériorité sur la discrimination de /y/ est trouvé. Les projections factorielles suggèrent un effet favorable du trait antérieur sur la discrimination de /y/ en contraste fermé et mi-ferrné. Les statistiques non-paramétriques conduites sur les scores de l'ensemble des sujets décrivent un effet significatif de l'antériorité en contraste fermé uniquement, excepté pour l'expérience *Répétition de la durée* où aucun effet n'est décelé. Les analyses portées sur des échantillons réduits dans l'expérience *Durée* révèlent néanmoins un effet significatif de l'antériorité en contraste mi-ferrné quand sont exclus 4 sujets aux scores extrêmes, mais avec un effet principal et systématique du trait postérieur, ce qui suggère un comportement spécifique de ces 4 sujets dans l'expérience 3.

III.3.1.3 Degré d'aperture

Sur la base des observations de Duchêne (2002), de meilleurs scores de discrimination sont attendus proportionnellement à la différence de degré d'aperture du contraste. Les ACP suggèrent, pour toutes les expériences, un effet majeur sur la discrimination de /y/ du facteur qui, suite à nos observations avec les variables, a été associé au trait d'aperture (expérience 1 *Hauteur* : $\lambda = 3.17$, 19.84 % de la variance totale, Figure III.36 et Figure III.37 ; expérience 2 *Variation de hauteur* : $\lambda = 3.62$, 22.62 % de la variance totale, Figure III.40 ; expérience 3 *Durée* : $\lambda = 2.37$, 19.76 % de la variance totale, Figure III.38 et Figure III.39 ; expérience 4 *Répétition de la durée* : $\lambda = 2.40$, 20 % de la variance totale, Figure III.41).

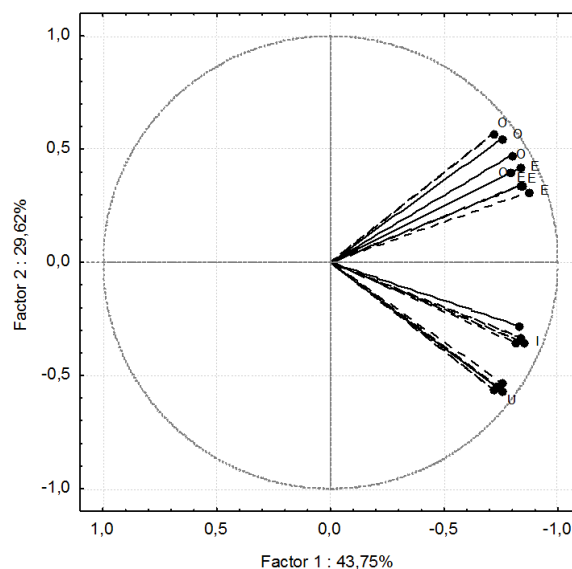


Figure III.36 Expérience Hauteur. Discrimination de /y/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 2 sont principalement représentatifs des variables scores * aperture).

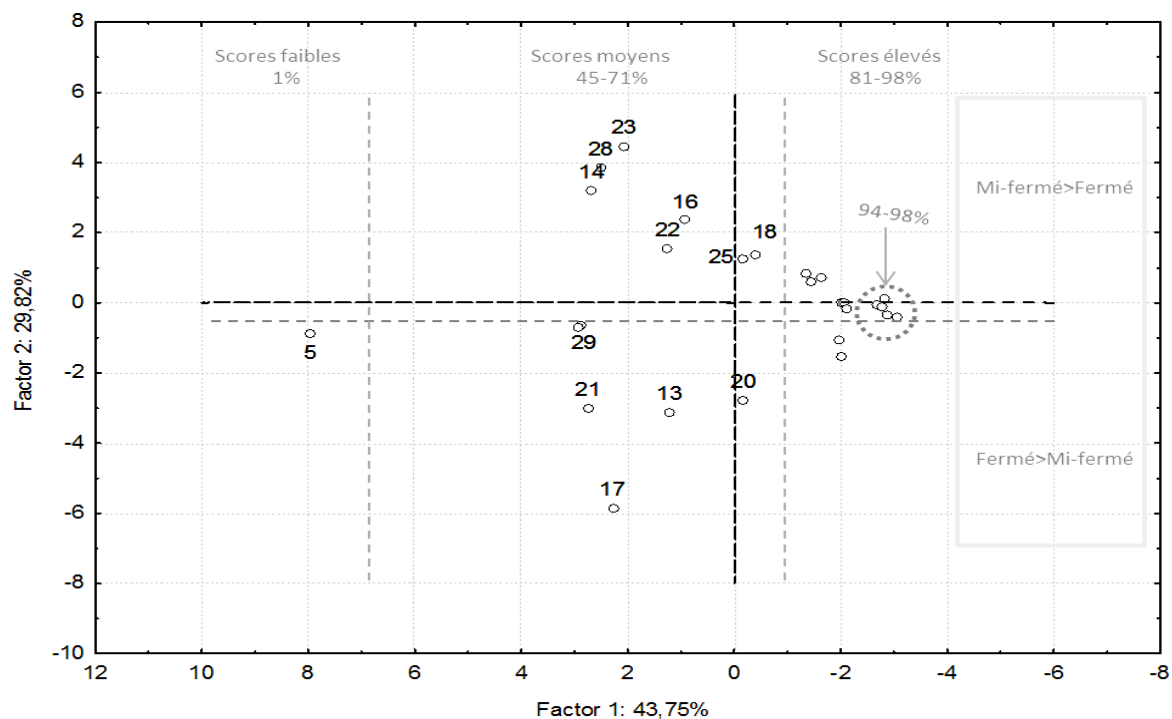


Figure III.37 Expérience Hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).

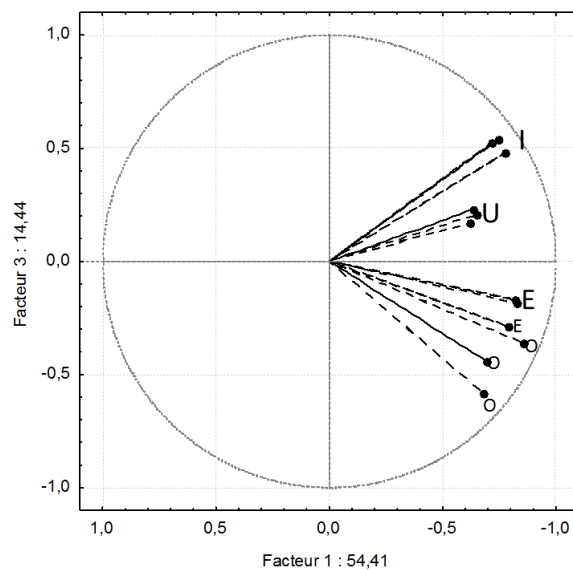


Figure III.38 Expérience Durée. Discrimination de /y/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 2 sont principalement représentés par les variables scores * aperture).

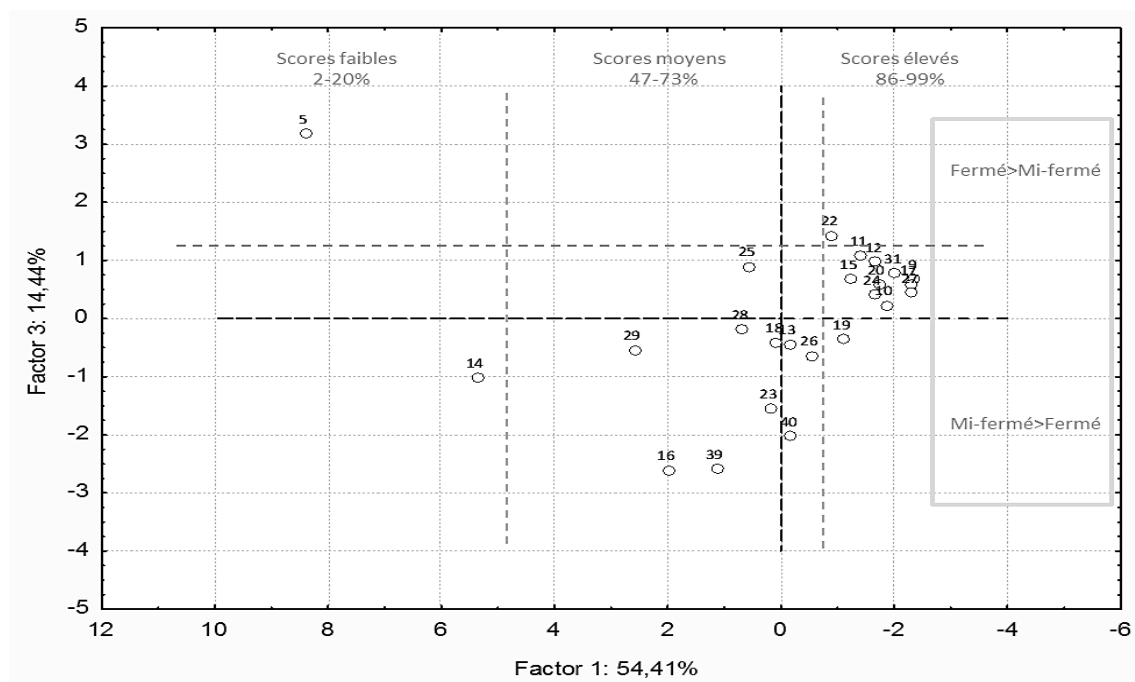


Figure III.39 Expérience Durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z3$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).

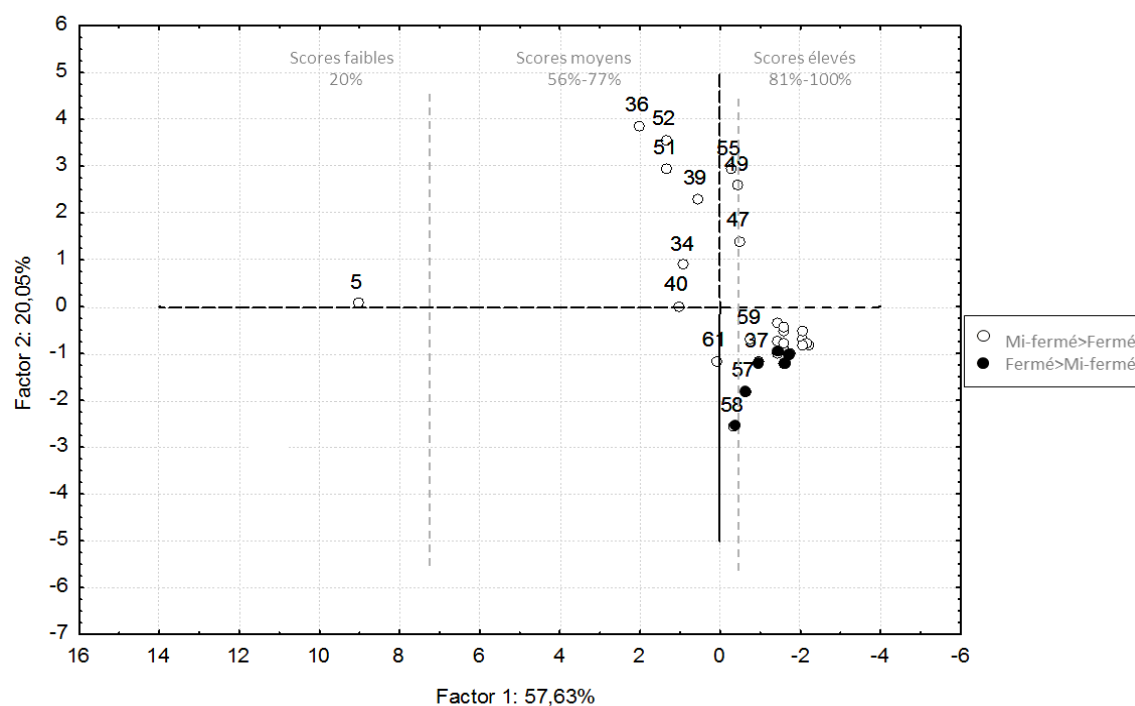


Figure III.40 Expérience Variation de hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).

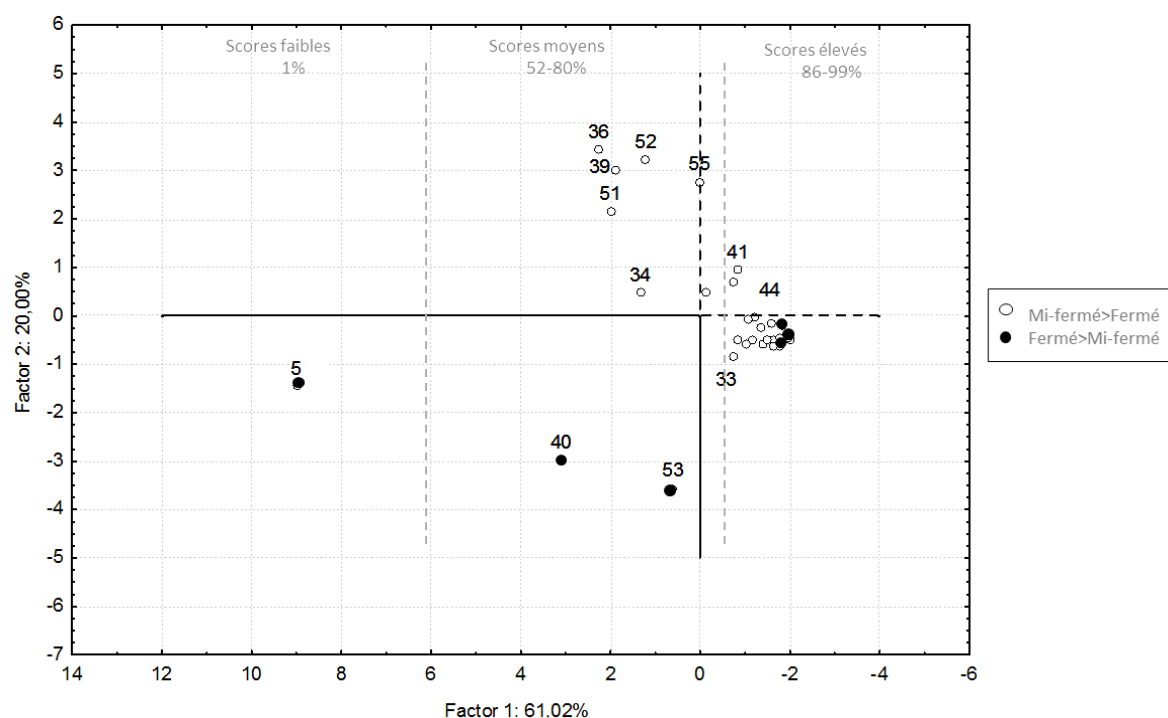


Figure III.41 Expérience Répétition de la durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z_1 * z_3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).

Traits d'antériorité confondus, les projections par ACP suggèrent une différence de comportement lors de la discrimination de /y/ selon que le contraste est fermé ou mi-ferré (Figure III.40 et Figure III.41). Dans toutes les expériences, les sujets sont meilleurs à discriminer /y/ en contraste mi-ferré que ferré. La médiane obtenue pour la discrimination de /y/ en contraste mi-ferré est plus élevée que celle obtenue par l'ensemble des sujets en contraste ferré (expérience *Hauteur* : 88 % vs 75 % ; expérience *Durée* : 93 % vs 71 % ; expérience *Variation de hauteur* : 97 % vs 91 %, expérience *Répétition de la durée* : 88 % vs 73 %) et les quartiles inférieurs et supérieurs sont plus élevés en contraste mi-ferré que ferré et les scores par contraste sont plus élevés lorsque l'aperture est mi-ferrée que ferrée (Figure III.32, Figure III.33, Figure III.34).

• *Discrimination de /y/ en contraste antérieur*

En contraste antérieur, apertures confondues, les ACP ne suggèrent aucun effet du degré d'aperture dans les expériences 1 et 2, respectivement *Hauteur* et *Variation de hauteur*, quel que soit le profil de l'échantillon observé. À l'inverse, les ACP suggèrent dans les expériences *Durée* et *Répétition de la durée* un effet, potentiellement relié au trait d'aperture d'après nos observations entre variables initiales et typologies factorielles (pour l'expérience *Durée* par exemple : $\lambda = 1.73$, 14.45% de la variance totale). Le test de Friedman met en évidence une différence de moyennes non significative dans les expériences *Hauteur* et *Variation de hauteur* mais hautement significative dans les expériences 3 et 4 *Durée* et *Répétition de la durée*, suggérant un effet de l'aperture sur la discrimination de /y/ en contraste antérieur (Figure III.34 et Figure III.41).

• *Discrimination de /y/ en contraste postérieur*

Les ACP suggèrent cependant un effet de l'aperture en contraste postérieur sur la discrimination de /y/, significatif dans l'expérience *Hauteur* et hautement significative dans les expériences *Variation de hauteur* et *Durée* suite au test de Friedman et ce, quel que soit le profil du groupe observé. Concernant l'expérience *Répétition de la durée*, l'effet de l'aperture sur la discrimination de /y/ en contraste postérieur n'apparaît significative qu'une fois les sujets aux comportements extrêmes exclus de l'échantillon, autrement dit, les sujets ayant obtenu un score de réussite supérieur ou égal à 96 % et inférieur ou égal à 1 %.

Au regard des expériences 1, 2, 3 et 4, il existe sur la discrimination de /y/ un effet du degré d'aperture : /y/ est globalement mieux discriminé en contraste mi-fermé que fermé. En contraste postérieur, les statistiques inférentielles montrent une discrimination de /y/ significativement meilleure de /y/ comparé à /o/ plutôt qu'à /u/. Néanmoins, l'expérience *Répétition de la durée* ne rapporte qu'un effet tendanciel quand les observations portent sur la population globale ou sur une population n'ayant jamais étudié l'allemand. L'effet est d'ordre significatif uniquement lorsque sont écartés de l'échantillon les sujets ayant des scores extrêmes. En contraste antérieur, les résultats des expériences ne concordent pas. Selon les résultats des expériences 1 et 2, respectivement *Hauteur* et *Variation de hauteur*, /y/ n'est pas significativement mieux discriminé en contraste vocalique /e/ qu'en contraste vocalique /i/, alors que selon les résultats des expériences 3 et 4 *Durée* et *Modification de la durée*, la différence de moyennes apparaît significative.

III.3.1.4 Effet mixé de l'antériorité et du degré d'aperture

L'ensemble des expériences montrent que dans le cas où les traits d'antériorité et d'aperture sont combinés, la discrimination de /y/ apparaît meilleure quand il y a association du trait d'aperture mi-fermé avec le trait antérieur /e/ et qu'il y a, à l'inverse, confusion maximale quand /y/ est présenté en contraste vocalique fermé et postérieur /u/. La projection des individus sur un axe bidimensionnel permet une visualisation de ces comportements (Figure III.42, Figure III.46, Figure III.43 et Figure III.44). Les statistiques descriptives des expériences 1 et 4 *Hauteur* et *Répétition de la durée* indiquent que, en ordre croissant de difficulté de discrimination de /y/ : /e/ < /o/ < /i/ < /u/⁷⁶. Un comportement légèrement différent est établi dans l'expérience 3 *Durée*, puisque la difficulté de discrimination de /y/ est croissante dans l'ordre /o/ < /e/ < /i/ < /u/. Cependant, comme dans l'expérience 4 *Répétition de la durée*, l'antériorité n'affecte pas forcément les compétences de discrimination de /y/. La majorité des sujets détectant mieux /y/ en contraste fermé que mi-fermé, ils apparaissent également meilleurs à détecter la cible en contraste antérieur, mais l'inertie totale

⁷⁶ Pour rappel :

-Expérience *Hauteur* : écart interquartile_E = 17, médiane_E = 92 ; écart interquartile_O = 31, médiane_O = 92 ; écart interquartile_I = 32, médiane_I = 88 ; écart interquartile_U = 77, médiane_U = 80 ;

-Expérience *Durée* : écart interquartile_O = 5, médiane_O = 95 ; écart interquartile_E = 9, médiane_E = 94 ; écart interquartile_I = 27, médiane_I = 93 ; écart interquartile_U = 89, médiane_U = 85 ;

-Expérience *Variation de hauteur* : écart interquartile_E = 5, médiane_E = 98 ; écart interquartile_O = 5, médiane_O = 98 ; écart interquartile_I = 24, médiane_I = 98 ; écart interquartile_U = 77, médiane_U = 88 ;

-Expérience *Répétition de la durée* : écart interquartile_E = 6, médiane_E = 98 ; écart interquartile_O = 7, médiane_O = 96 ; écart interquartile_I = 23, médiane_I = 92 ; écart interquartile_U = 23, médiane_U = 91.

ne s'explique pas de la même manière entre les expériences, ce qui suggère que le comportement global est à nuancer (expérience *Hauteur* : *facteur 1* = 10.11 %, *facteur 2* = 3.17 %, *facteur 3* = 1.5 % ; expérience *Durée* : *facteur 1* = 6.53 %, *facteur 2* = 2.37 %, *facteur 3* = 1.73 % ; expérience *Variation de hauteur* : *facteur 1* = 7.28 %, *facteur 2* = 3.62 %, *facteur 3* = 2.35 %, expérience *Répétition de la durée* : *facteur 1* = 7.32 %, *facteur 2* = 2.40 %, *facteur 3* = 1.20 %).

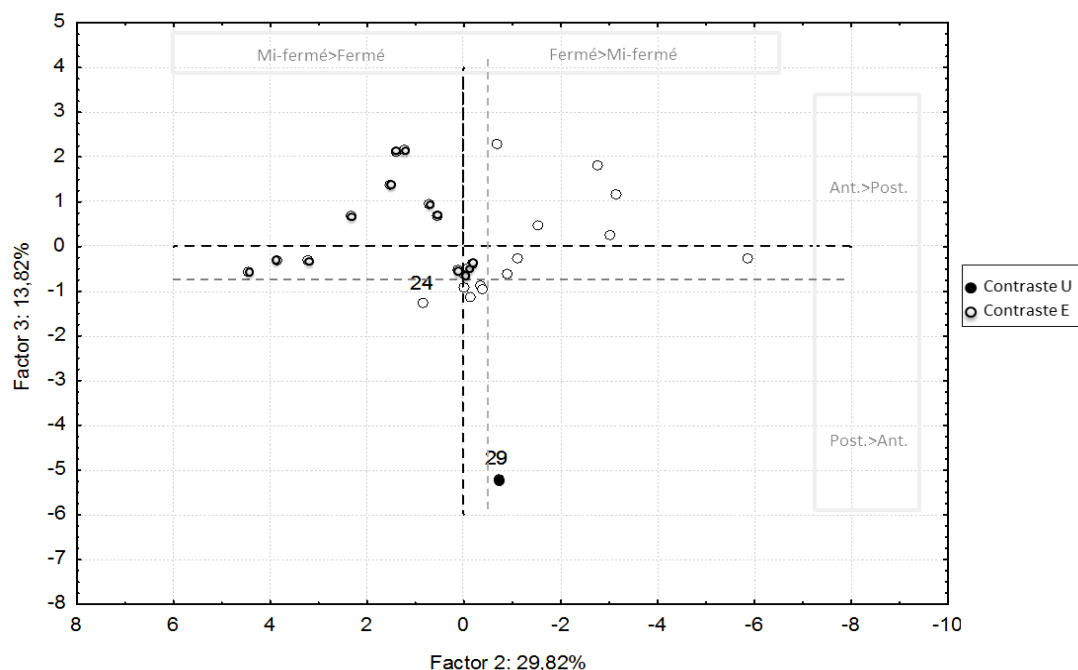


Figure III.42 Expérience Hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z_2 * z_3$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités antériorité * aperture).

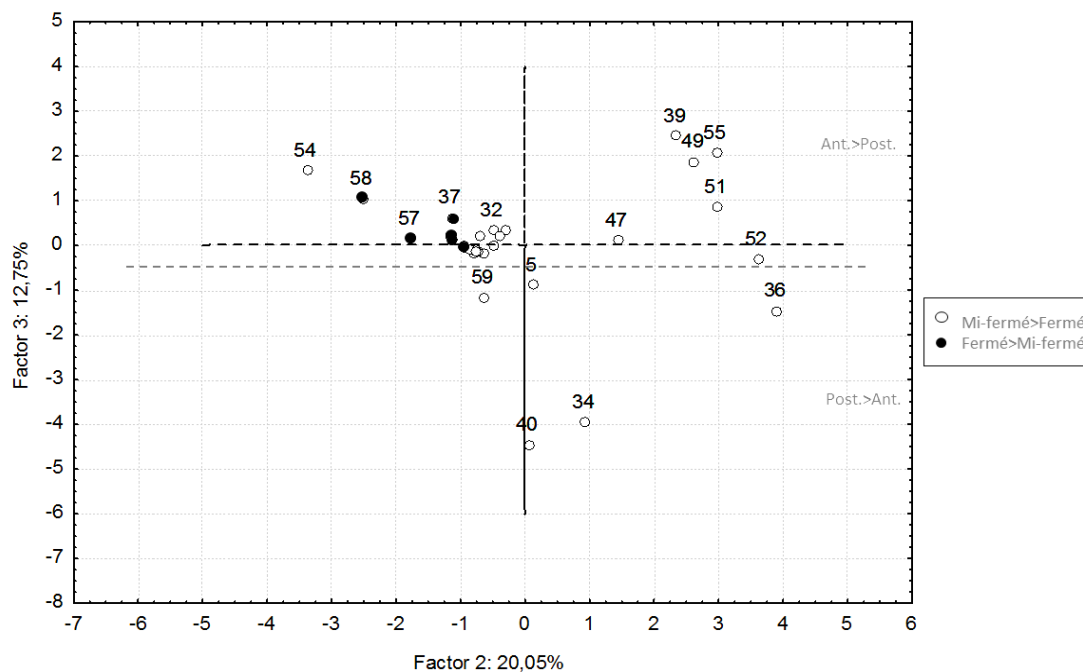


Figure III.43 Expérience Variation de hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z_2 * z_3$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités antériorité * aperture).

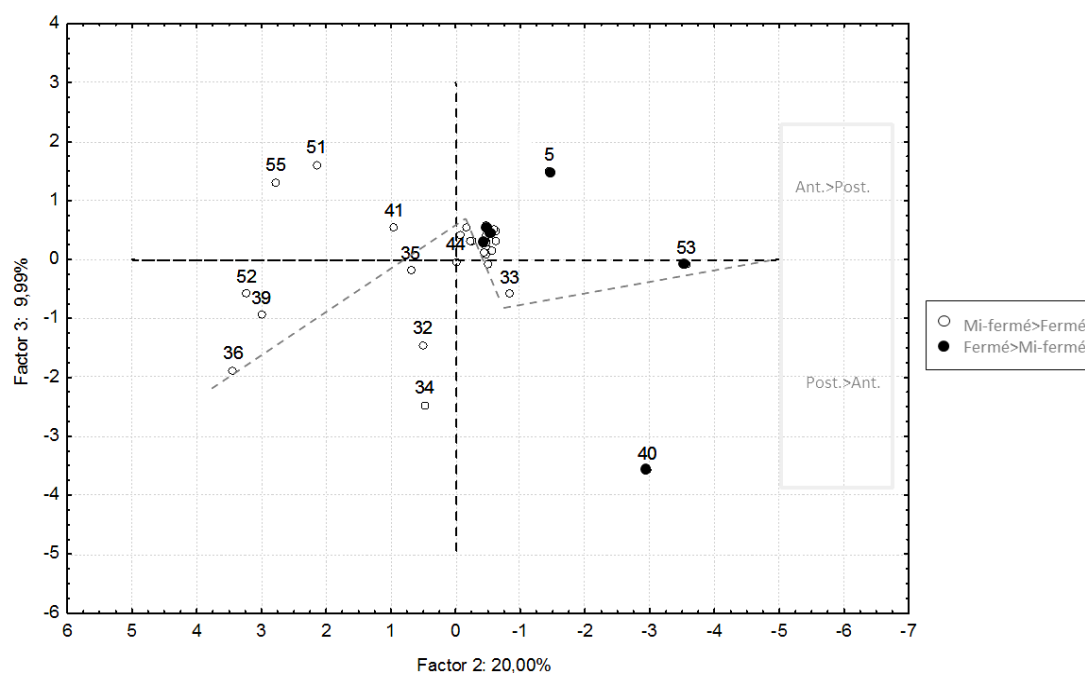


Figure III.44 Expérience Répétition de la durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z_2 * z_3$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités antériorité * aperture).

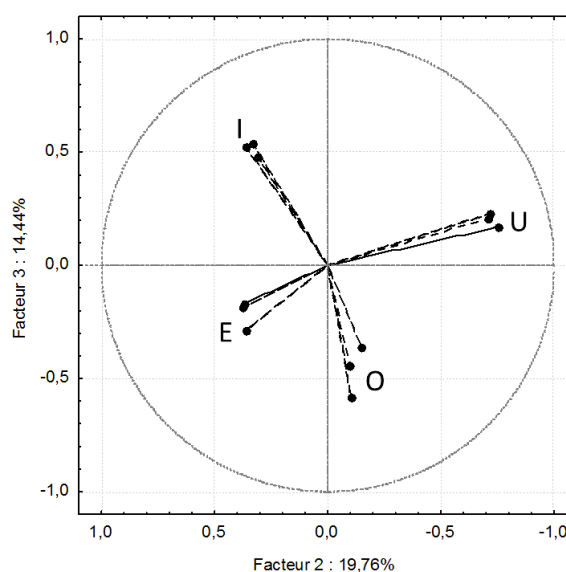


Figure III.45 Expérience Durée. Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /y/ selon le contraste (les facteurs 1 * 2 sont principalement influencés par les variables antériorité * aperture).

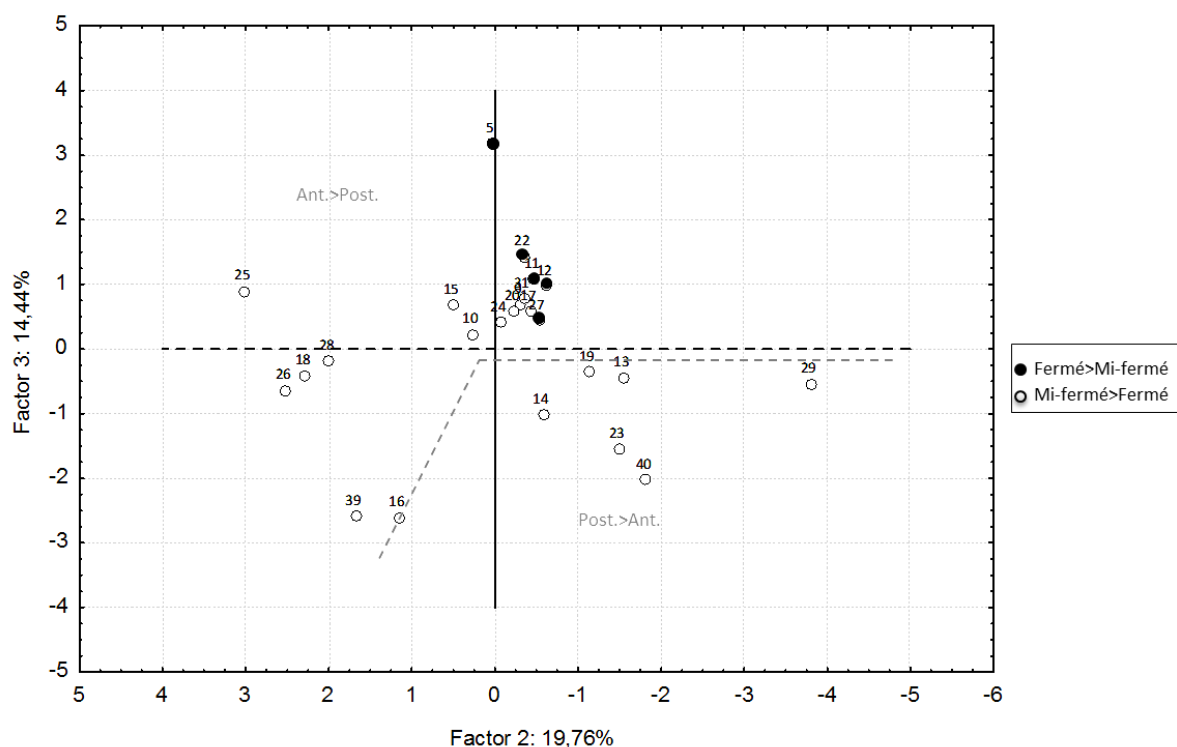


Figure III.46 *Expérience Durée*. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z_2 * z_3$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités antériorité * aperture).

III.3.2 Quelle assimilation perceptive de /ø/ par les italophones ?

Comme pour la discrimination de /y/, les matrices de corrélation de valeurs propres des variables indiquent pour les observations sur la discrimination de /ø/ que trois facteurs (pour l'expérience 3 *Durée*) et quatre facteurs (pour les expériences 1, 3, 4 *Hauteur*, *Variation de hauteur* et *Répétition de la durée*) suffisent à expliquer entre 87 % et 95 % de la variance (chacun de ces facteurs ayant par ailleurs une $\lambda \geq 1.5$). Les liens entre facteurs, scores, aperture et antériorité sont les mêmes que ceux observés lors de l'étude de la discrimination de /y/ par ACP. De plus, pour trois de ces expériences (expériences 1 à 3 : *Hauteur*, *Variation de hauteur* et *Durée*), la différence significative de moyennes de scores déjà trouvée pour /y/ est à nouveau trouvée et est, de plus, hautement significative pour /ø/ (expérience *Hauteur* : $Z(15,26) = 40.98$, $p < .00001$, $r = .12$; expérience *Durée* : $Z(11,24) = 37.98$, $p = .00008$, $r = .11$; expérience *Variation de hauteur* : $Z(15,29) = 47.63$, $p = .00003$, $r = .08$; expérience *Répétition de la durée* : $Z(11,31) = 41.89$, $p = .00002$, $r = .09$). Les tests de Friedman portés sur les 4 moyennes de scores par sujet pour la discrimination de /ø/ en contraste /i/, /e/, /o/ et /u/ suggèrent que l'effet significatif est lié à la modalité contraste (expérience *Hauteur* : $Z(3,26) = 21.81$, $p < .0001$, $r = .25$; expérience *Durée* : $Z(3,24) = 10.61$, $p = .013$, $r = .11$; expérience *Variation de hauteur* : $Z(3,29) = 21.05$, $p < .0001$, $r = .21$; expérience *Répétition de la durée* : $Z(3,31) = 9.85$, $p = .02$, $r = .08$).

Les résultats confirment les propos de Canepari (2007) qui prédit des scores de discrimination perceptive de /y/ et /ø/ plus élevés en contraste antérieur. Dans les 4 expériences, degrés d'aperture indifférenciés, les

statistiques descriptives suggèrent une meilleure discrimination de /ø/ lorsque la référence à comparer est antérieure plutôt que postérieure. La médiane obtenue par l'ensemble des sujets pour la discrimination de /ø/ en contraste antérieur est ainsi, comme pour /y/, plus élevée que celle obtenue en contraste postérieur (exemple dans l'expérience *Variation de hauteur* : 97 % vs 91 % ou dans l'expérience *Répétition de la durée* : 96 % vs 92 % ; cf. aussi Figure III.55 et Figure III.56). Les quartiles inférieurs et supérieurs sont aussi plus élevés en contraste antérieur que postérieur.

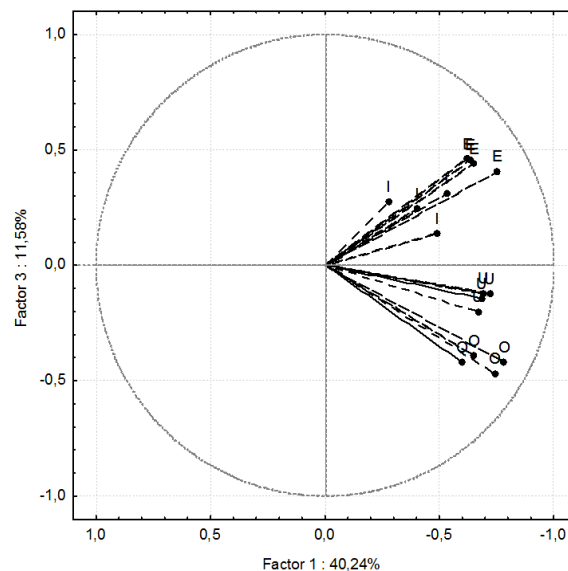


Figure III.47 Expérience Hauteur. Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 3 sont principalement représentatifs des variables scores * antériorité).

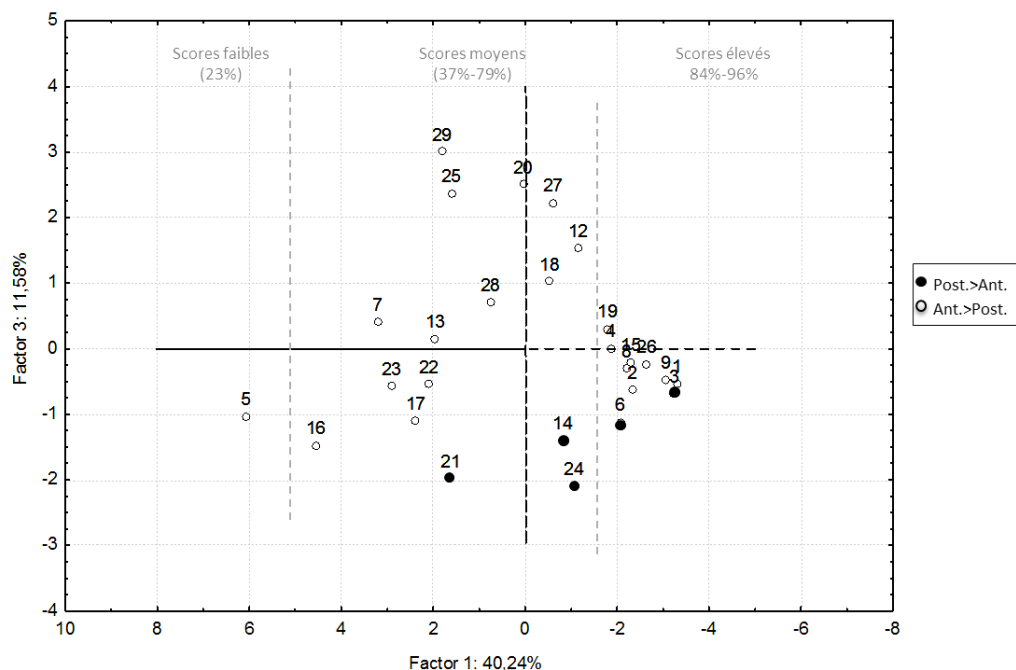


Figure III.48 Expérience Hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z3$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).

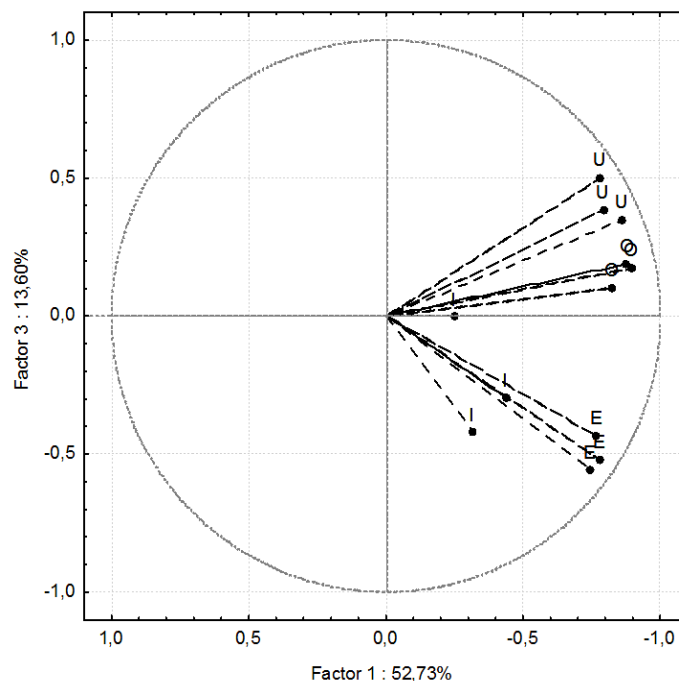


Figure III.49 Expérience Durée. Cercle des projections facteur 1 * facteur 2, obtenu à partir des scores de réussite et décrivant les types de comportement de discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 3 sont principalement représentatifs des variables scores * antériorité).

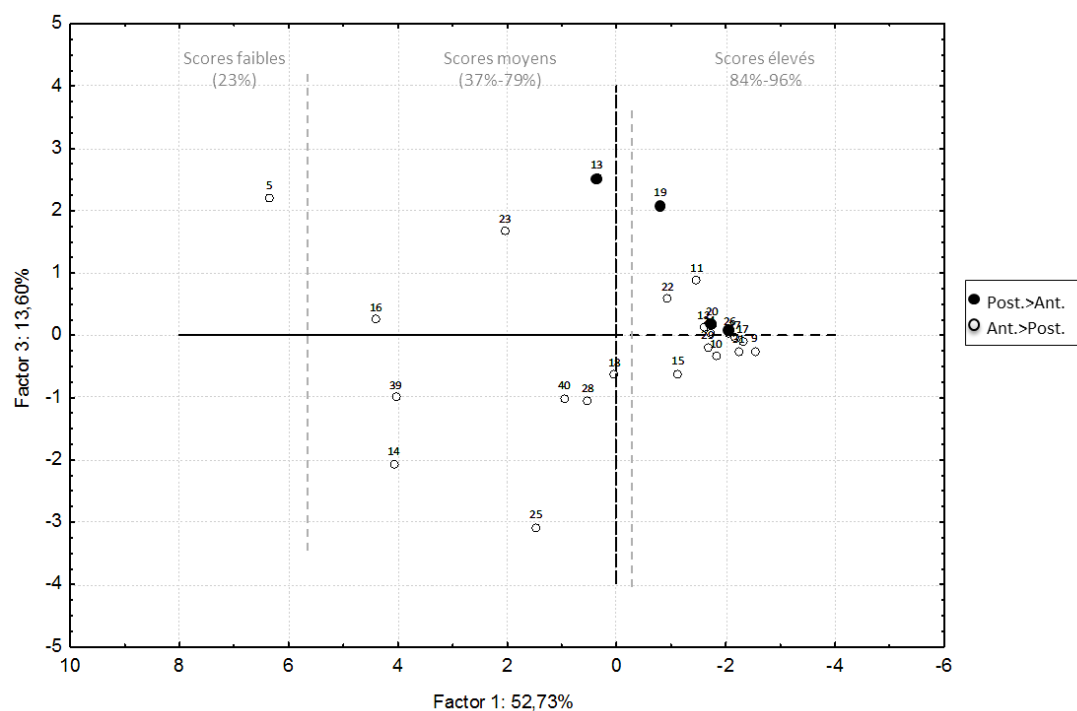


Figure III.50 Expérience Durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z3$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 3 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).

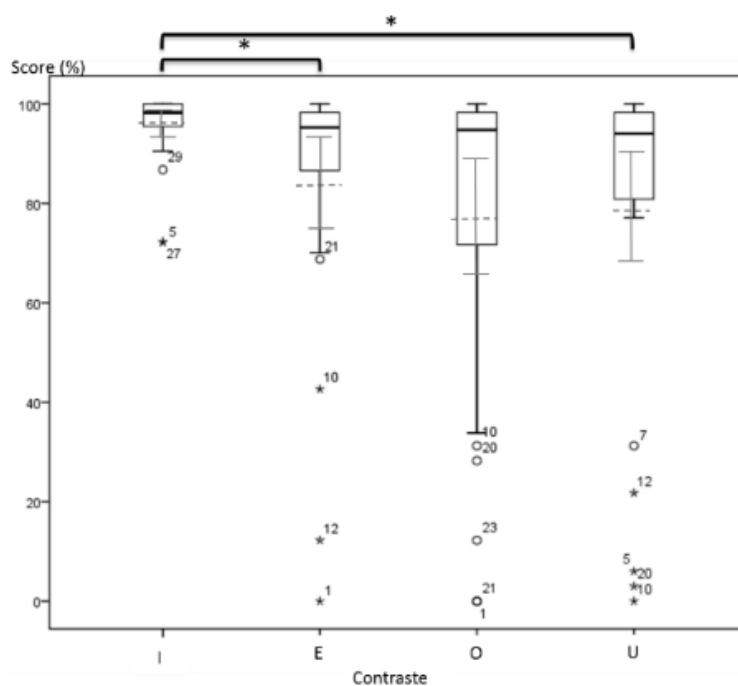


Figure III.51 Expérience Variation de hauteur. Taux de discrimination correcte de la voyelle non-native /ø/ selon le contraste (référence).

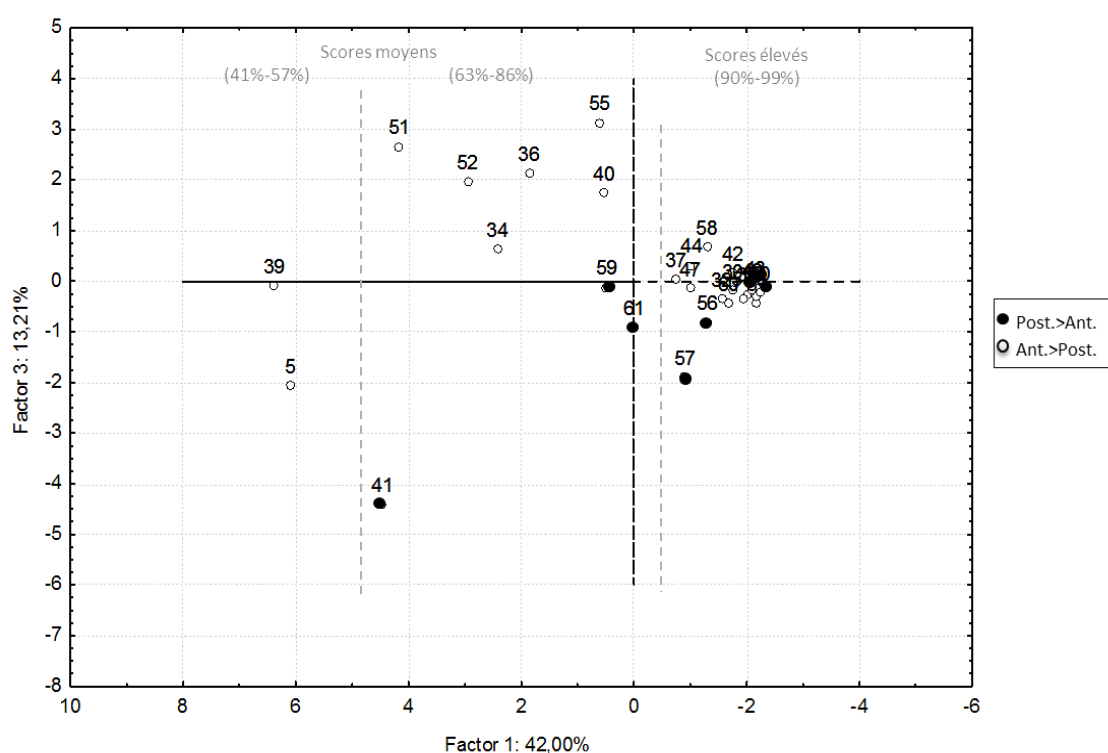


Figure III.52 Expérience Variation de hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).

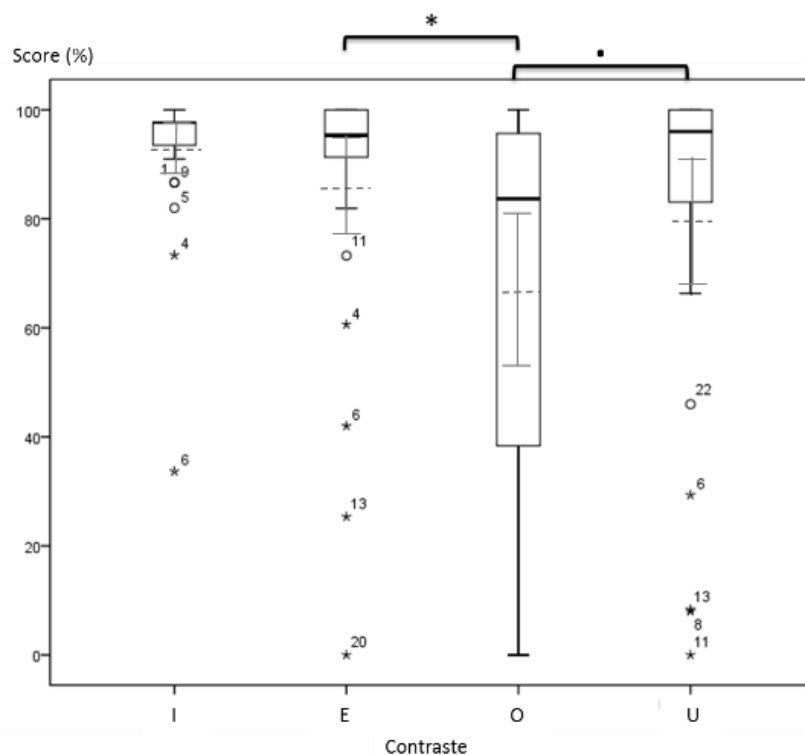


Figure III.54 Expérience Répétition de la durée. Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction du contraste (/i/ /e/ /o/ /u/).

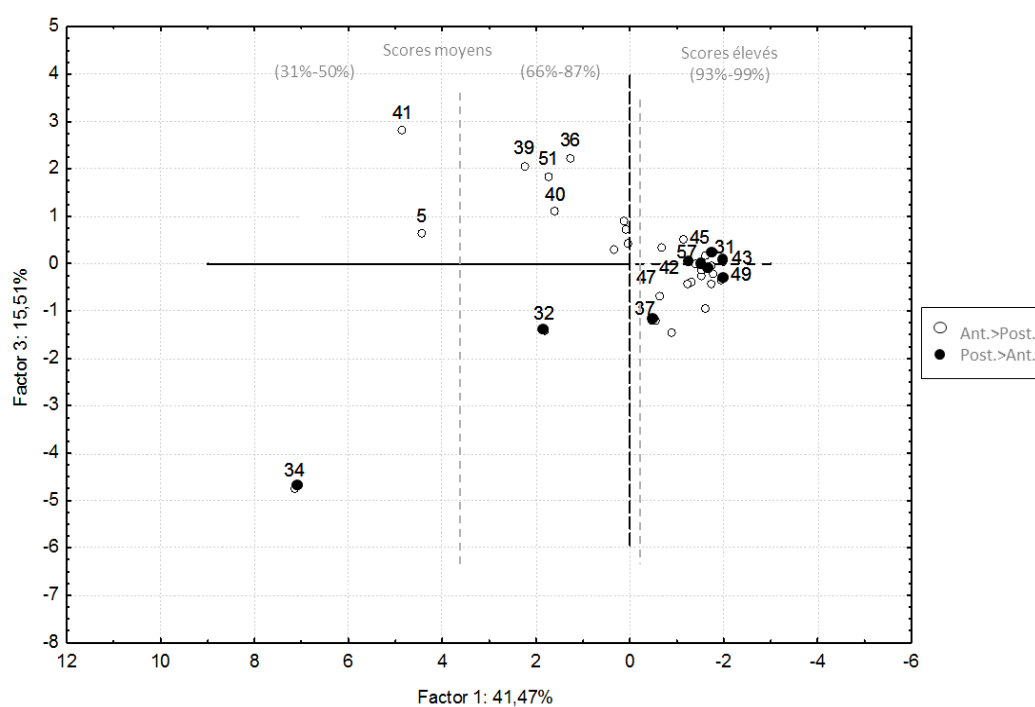


Figure III.55 Expérience Répétition de la durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z3 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * antériorité).

III.3.2.2 Effet de l'antériorité ?

- **Discrimination de /ø/ en contraste fermé**

Comme pour /y/, on s'attend à une meilleure discrimination de /ø/ en contraste antérieur plutôt que postérieur, et ce, pour chaque degré d'aperture. Les résultats des expériences révèlent des résultats similaires pour /ø/ à ceux pour /y/, suggérant un effet du contraste. Des confrontations entre représentation des facteurs obtenus par ACP et variables entrées dans les analyses suggèrent un effet important, lequel a été relié à la modalité antériorité suite à la confrontation des projections de facteurs et des individus (expérience *Hauteur* : $\lambda = 1.85$, 11.58 % de la variance totale ; expérience *Durée* : $\lambda = 1.63$, 13.60 % de la variance totale ; expérience *Variation de hauteur* : $\lambda = 2.11$, 13.21 % de la variance totale ; expérience *Répétition de la durée* : $\lambda = 1.86$, 15.51 % de la variance totale).

La réussite de la tâche est trouvée nettement meilleure en contraste antérieur plutôt que postérieur dans toutes les expériences (exemple Figure III.56 et Figure III.57). Le test de Friedman met en évidence une différence de moyennes significative, associée à l'antériorité, pour la discrimination de /ø/ en contraste fermé dans toutes les expériences. Excepté pour l'expérience *Répétition de la durée*, ce résultat est également trouvé sur un échantillon excluant les personnes ayant étudié l'allemand d'une part, et sur un échantillon n'incluant que des sujets aux scores intermédiaires d'autre part.

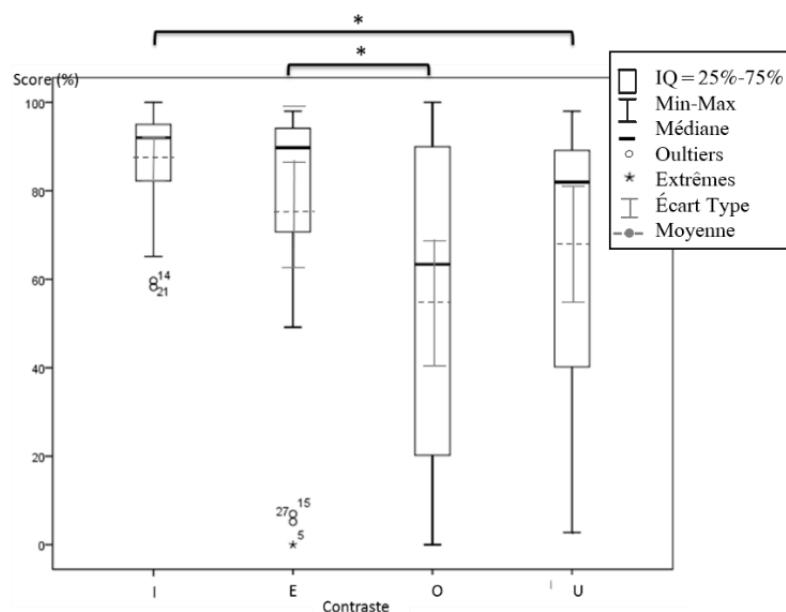


Figure III.56 Expérience Hauteur. Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction du contraste (/i/ /e/ /o/ /u/).

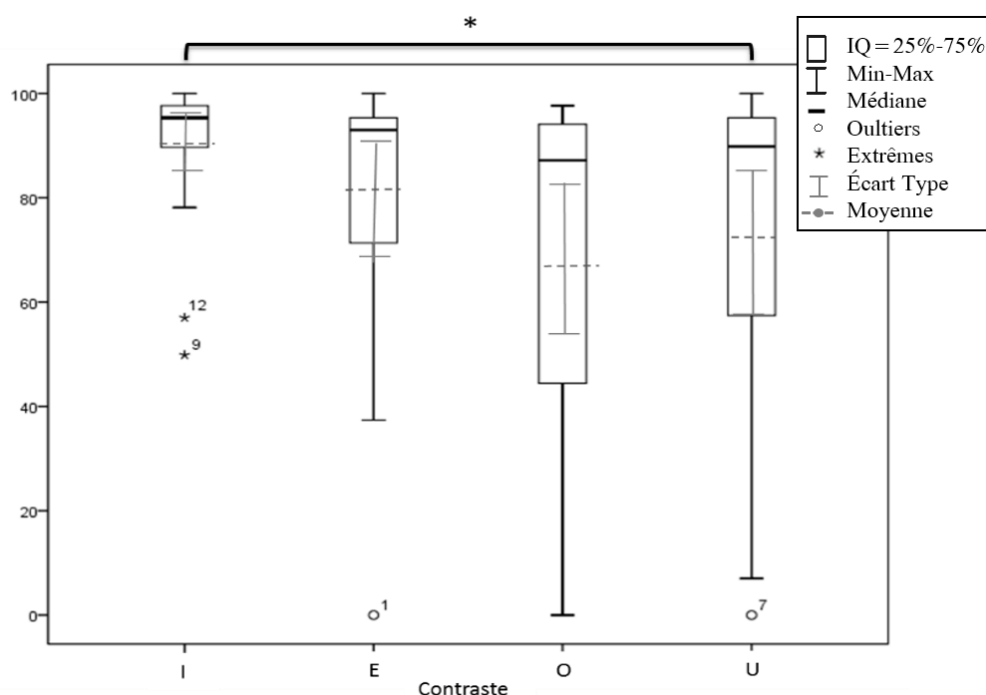


Figure III.57 Expérience Durée. Description des scores de réussite de la tâche de discrimination /ø/ en fonction du contraste (/i/ /e/ /o/ /u/).

• Discrimination de /ø/ en contraste mi-fermé

Comme en contraste fermé, les résultats sont meilleurs quand le contraste est antérieur dans les expériences 3 et 4 *Durée* et *Répétition de la durée*, ainsi que dans l'expérience 1 *Hauteur*. Le test de Friedman met en évidence une différence de moyennes significative de l'antériorité sur la discrimination de /ø/ en contraste mi-fermé dans l'expérience *Hauteur*, et également dans les expériences 3 et 4 *Durée* et *Répétition de la durée* quand l'échantillon observé est réduit aux personnes n'ayant jamais étudié l'allemand et encore dans l'expérience *Durée* quand l'échantillon est réduit aux sujets ayant obtenu des scores intermédiaires à la tâche. Dans l'expérience *Variation de hauteur*, aucun effet de l'antériorité n'est trouvé en contraste mi-fermé, quel que soit le type de l'échantillon considéré.

En contraste fermé, les tests non paramétriques informent de différences de moyennes significatives entre les scores de discrimination de /ø/ pour l'ensemble des expériences, excepté l'expérience *Répétition de la durée*, et toujours en faveur du contraste antérieur /i/, confortant les résultats trouvés pour la discrimination de /y/. On trouve en outre dans l'expérience *Hauteur* un effet significatif du trait antérieur /e/ en contraste mi-fermé pour la discrimination de /ø/, alors qu'aucun effet de l'antériorité n'a été mis en évidence en contraste mi-fermé pour la discrimination de /y/.

III.3.2.3 Degré d'aperture ?

Comme pour /y/, on attend de meilleurs scores avec un degré plus éloigné de la cible perceptive. Les ACP conduites sur les variables initiales des quatre expériences révèlent un effet principal du facteur 2, lequel est fortement associé à l'aperture. Contrairement aux résultats relevés lors de l'expérience sur la discrimination de

/y/, ici l'expérience *Durée* ne présente pas de spécificité quand il s'agit de l'effet des traits d'aperture et d'antériorité sur la discrimination de /ø/.

- ***Effet de l'aperture, trait d'antériorité non spécifié***

Comme attendu, on trouve de meilleurs scores en contraste antérieur quand on observe la compétence globale à discriminer /ø/ en situation fermée et mi-fermée rassemblée, ce qui prolonge les résultats trouvés pour la discrimination de /y/.

Dans l'ensemble des expériences, les ACP suggèrent une meilleure discrimination de /ø/ lorsque la voyelle non-native est comparée à des contrastes fermés plutôt que des contrastes mi-fermés. Le résultat est observé en inter et en intra-bloc de test, ce qui est un résultat opposé à celui trouvé pour la discrimination de /y/ qui est meilleure en contraste mi-fermé. En inter-bloc de test comme en intra-bloc de test, la médiane obtenue pour la discrimination de /ø/ en contraste fermé est plus élevée que celle obtenue par l'ensemble des sujets en contraste mi-fermé (par exemple, expérience *Hauteur* : 75 % vs 67 % ; expérience *Variation de hauteur* : 96 % vs 91 % ; expérience *Répétition de la durée* : 96 % vs 90 %) et les quartiles inférieurs et supérieurs sont plus élevés en contraste fermé que mi-fermé (Figure III.58 ou Figure III.66). Dans l'expérience *Variation de hauteur* par exemple 17 des 29 sujets et dans l'expérience *Répétition de la durée*, 21 sujets sur 31 obtiennent de meilleurs scores en contraste fermé qu'en contraste mi-fermé. De plus, la projection des *facteur 1 * facteur 2* et les médianes et écarts interquartiles montrent dans l'expérience 3 *Durée* une différence de comportements des sujets selon que la cible /ø/ est comparée au contraste /i/ ou aux autres contrastes /e/, /o/, /u/ (Figure III.60).

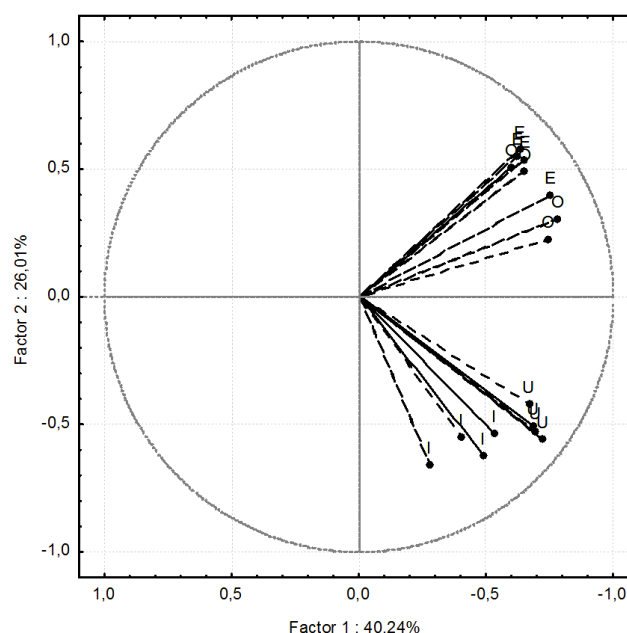


Figure III.58 Expérience Hauteur. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 2 sont principalement représentatifs des variables scores * aperture).

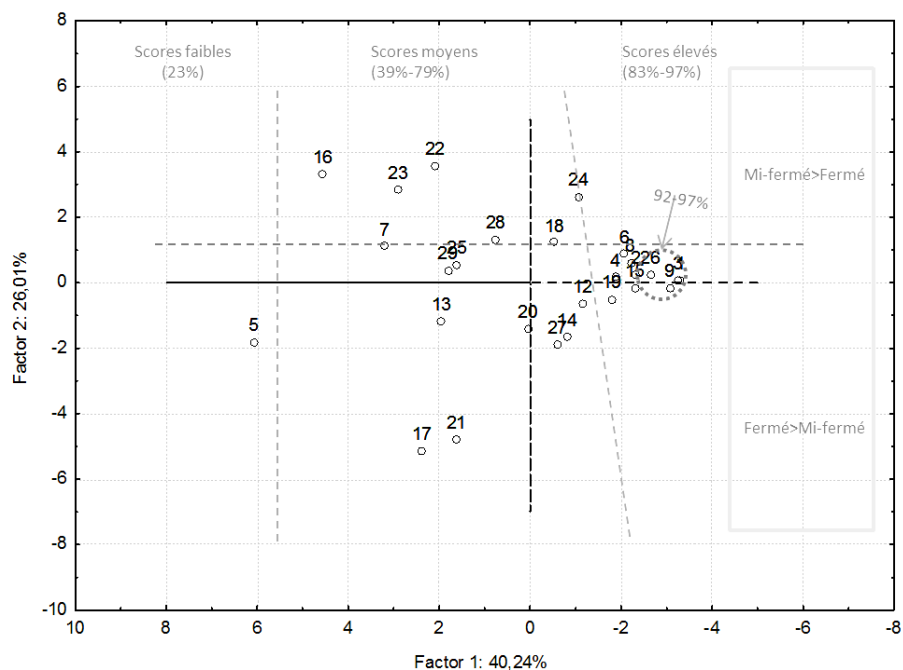


Figure III.59 Expérience Hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z2 des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).

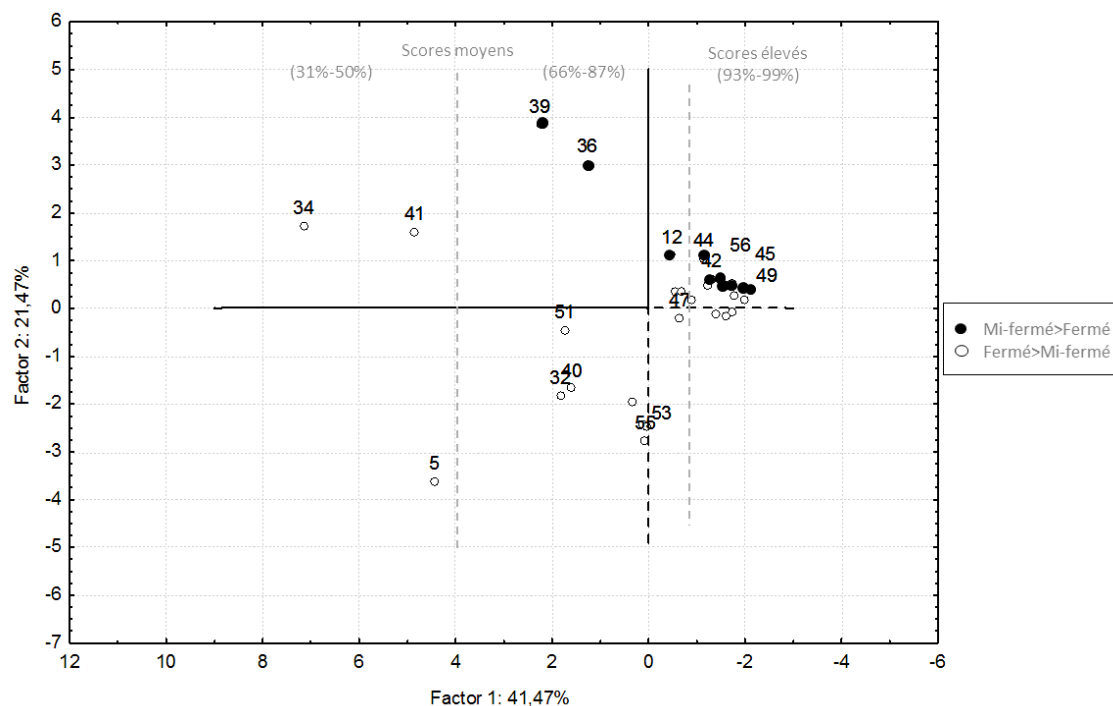


Figure III.66 Expérience Répétition de la durée. Projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z2 des individus à partir de S (axes principalement liés aux modalités scores et aperture).

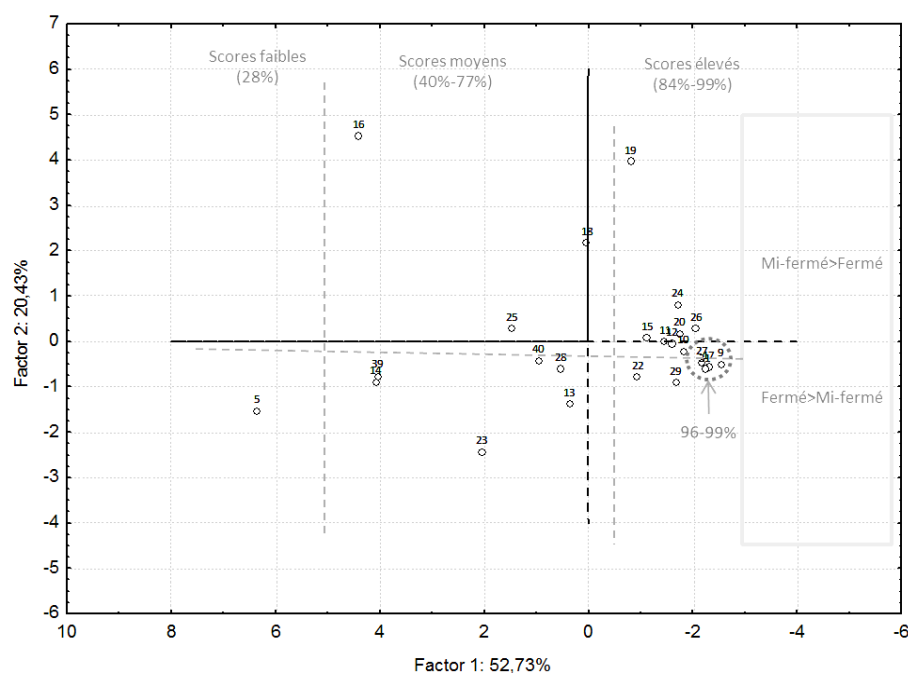


Figure III.60 Expérience Durée. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).

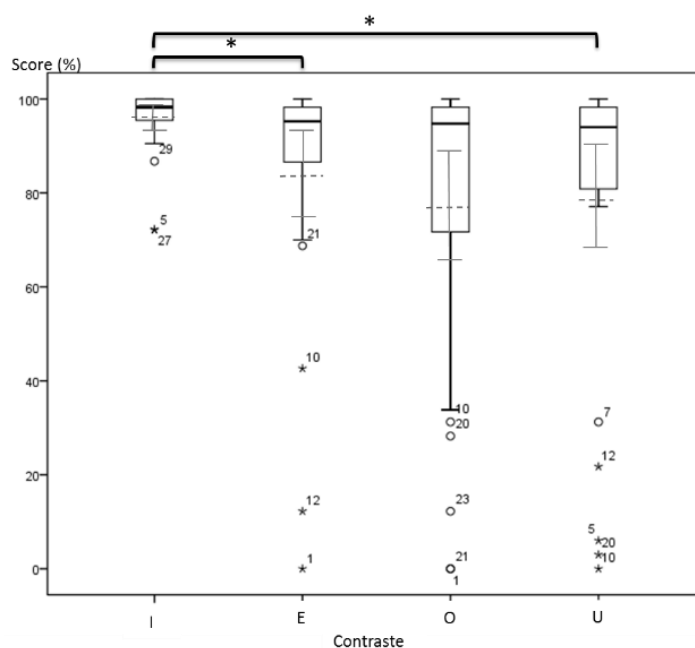


Figure III.61 Expérience Variation de hauteur. Taux de discrimination correcte de la voyelle non-native /ø/ selon le contraste (référence). En noir, l'écart interquartile, la médiane, les scores minimum et maximum, et les outliers. En gris, la représentation de la moyenne et de l'écart-type.

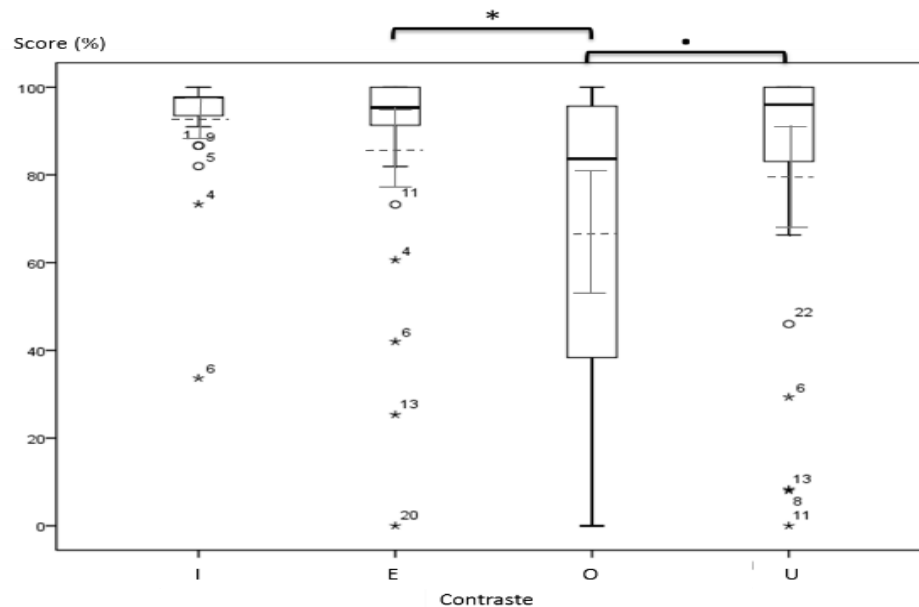


Figure III.62 Expérience Répétition de la durée. Taux de discrimination correcte de la voyelle non-native /ø/ selon le contraste (référence). En noir, l'écart interquartile, la médiane, les scores minimum et maximum, et les outliers. En gris, la représentation de la moyenne et de l'écart-type.

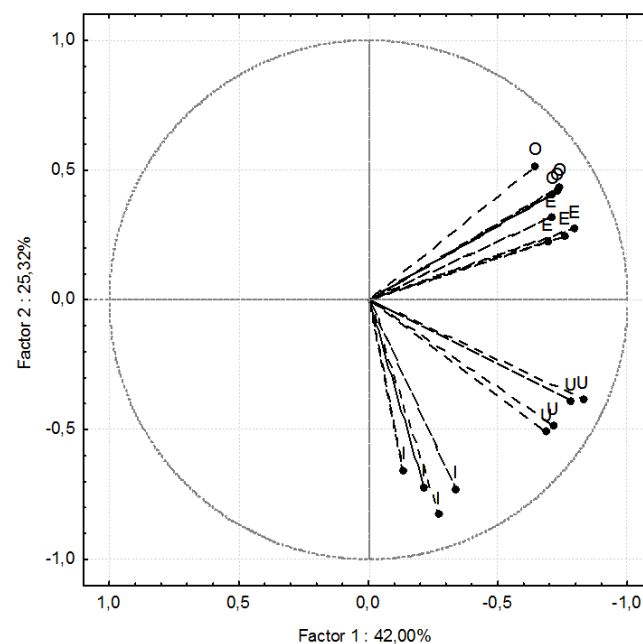


Figure III.63 Expérience Variation de hauteur. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 2 sont principalement représentatifs des variables scores * aperture).

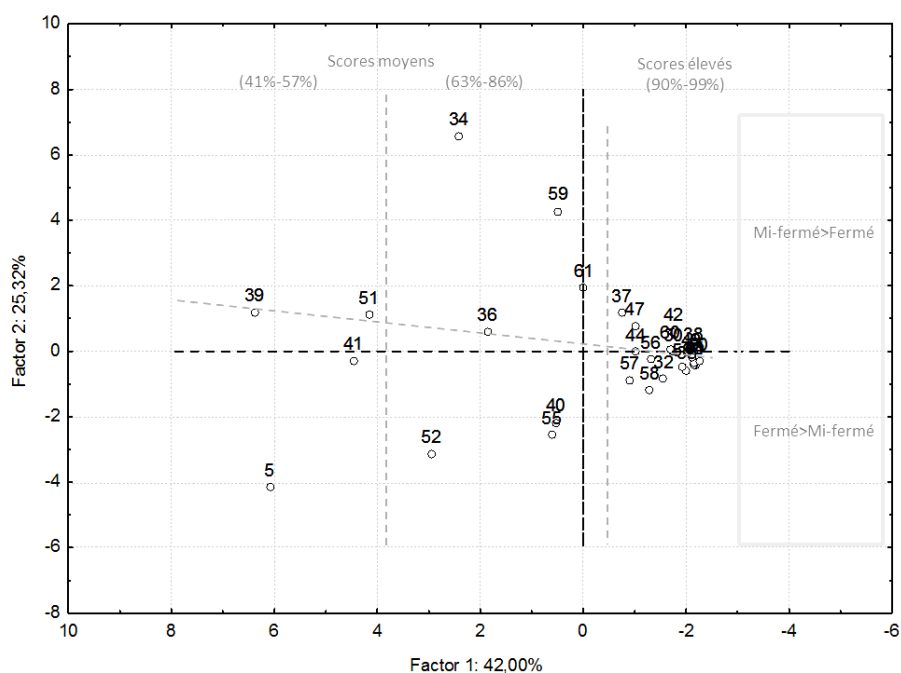


Figure III.64 Expérience Variation de hauteur. Interprétation des ACP : projection dans le plan principal à deux dimensions $z_1 * z_2$ des individus à partir de scores de réussite (les facteurs 1 * 2 sont étroitement liés aux modalités scores * aperture).

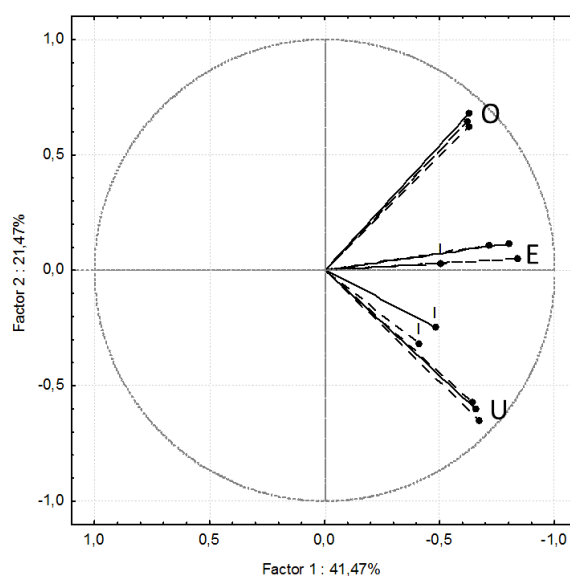


Figure III.65 Expérience Répétition de la durée. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 1 * 2 sont principalement représentatifs des variables scores * aperture).

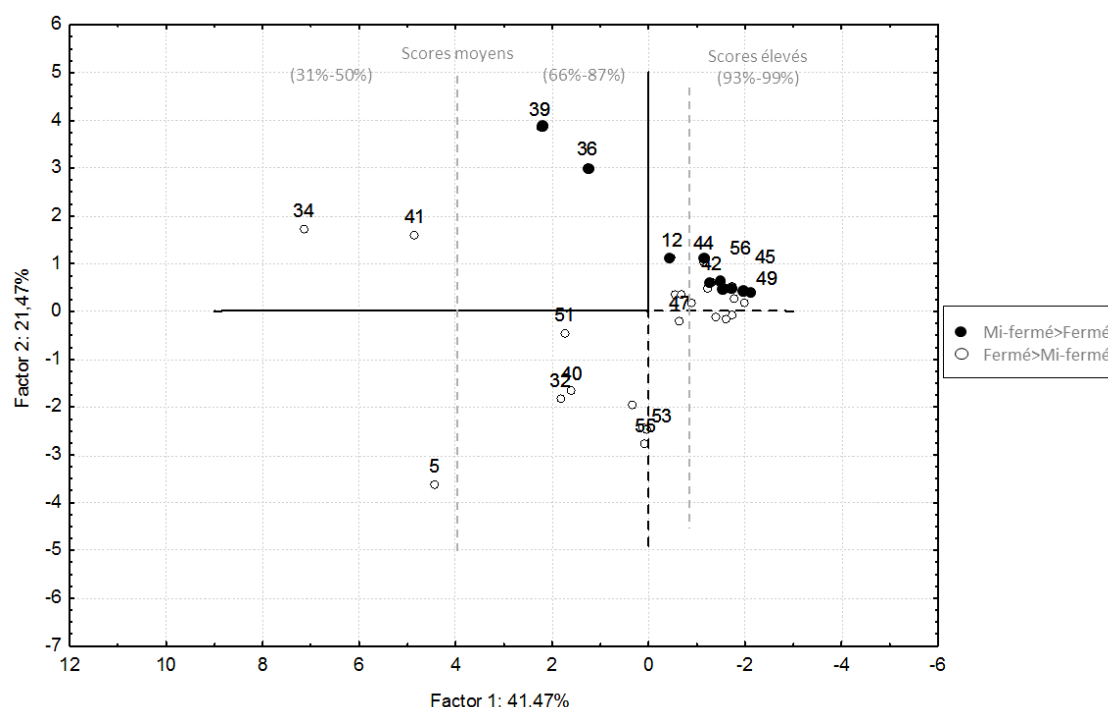


Figure III.66 Expérience Répétition de la durée. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de S (axes principalement liés aux modalités scores et aperture).

- **Effet de l'aperture en contraste antérieur**

Les ACP appliquées à chacune des expériences suggèrent un effet de l'aperture sur la discrimination de /ø/ en contraste antérieur (par exemple, pour l'expérience *Hauteur* : $\lambda = 2.03$, 25.4 % de la variance totale) mais le test de Friedman appliqué à l'échantillon global met en évidence une différence de moyennes significative uniquement pour l'expérience *Variation de hauteur*. La différence de moyennes significative est également trouvée lorsque les observations portent sur les scores de discrimination de /ø/ d'un échantillon réduit : pour l'expérience 3 *Durée* pour les sujets aux scores intermédiaires et pour cette expérience 3 et l'expérience 2 s'intéressant à la *Variation de hauteur* pour les sujets naïfs en allemand.

- **Effet de l'aperture en contraste postérieur**

En contraste postérieur, les ACP suggèrent un effet de l'aperture sur la discrimination (par exemple pour l'expérience *Hauteur* : $\lambda = 2.43$, 30.39 % de la variance totale), mais les tests non paramétriques effectués sur les données des expériences ne trouvent pas de différence de moyennes significative selon l'aperture et ce, quel que soit le sous-groupe de participants observé.

La série d'observations suggèrent une meilleure habileté des sujets à discriminer /ø/ en contraste fermé plutôt que mi-fermé, ce qui est un résultat inverse à la discrimination de /y/ relevée meilleure en contraste mi-fermé que fermé, et ce qui confirme une meilleure discrimination de la cible quand le trait d'aperture est éloigné. Les statistiques inférentielles rapportent une différence de moyennes significative pour la discrimination de /ø/

dans l'expérience *Durée* en contraste postérieur - mais uniquement quand l'échantillon observé exclu les sujets ayant étudié l'allemand - et dans l'expérience *Variation de hauteur* en contraste antérieur.

III.3.2.4 Quel effet associé de l'antériorité et de l'aperture ?

L'ensemble des expériences montrent que, comme pour /y/, la discrimination de /ø/ est meilleure en contraste antérieur, mais, contrairement à /y/ mieux discriminé en contraste mi-fermé, /ø/ est mieux discriminé en contraste fermé (Figure III.67 à Figure III.74). La confusion perceptive est maximale quand /ø/ est présenté en contraste mi-fermé postérieur. Par exemple, dans l'expérience *Répétition de la durée*, 18 sujets sur 31 obtiennent leur score minimal de discrimination de /ø/ en contraste /o/. Pour la plupart d'entre eux, les différences d'avec les autres scores sont maximales (dans quelques cas, entre 0 % et 8 % de réussite en contraste /o/ contre 100 % dans les autres contrastes). Dans l'expérience *Hauteur*, la médiane pour la discrimination de /ø/ est beaucoup plus basse en contraste postérieur que dans tous les autres contrastes ($médiane_{[+post]} = 57.74$, $écart\ interquartile_{[+post]} = 45.79$; $médiane_{[+ant]} = 91.39$, $écart\ interquartile_{[+ant]} = 19.87$; $médiane_{fermé} = 85.83$, $écart\ interquartile_{fermé} = 28.55$; $médiane_{mi-fermé} = 72.66$, $écart\ interquartile_{mi-fermé} = 42.96$). Le quartile inférieur le plus bas est relevé avec le contraste /o/, et la différence d'avec les autres contrastes est importante ($Q3 : /i/ : 81$, $/e/ : 72.07$, $/o/ : 14.65$, $/u/ : 34.75$; $Q1 : /i/ : 94$, $/e/ : 94.16$, $/o/ : 90.32$, $/u/ : 84.64$). Dans l'expérience *Durée* également, les comportements sont spécifiques quand le contraste est antérieur et fermé, la réussite de la tâche étant nettement meilleure ($écart\ interquartile_I = 8$, $médiane_I = 95$; $écart\ interquartile_U = 38$, $médiane_U = 90$; $écart\ interquartile_E = 24$, $médiane_E = 93$; $écart\ interquartile_O = 50$, $médiane_O = 87$).

La difficulté de discrimination de /ø/ est décroissante en contraste /o/ > /u/ > /e/ > /i/. Comme pour la discrimination de /y/, en considérant qu'aucune valeur extrême (beaucoup de données seuil) pour /i/ ne risque de modifier les résultats et en considérant l'effet des valeurs propres des facteurs 2 et 3 (par exemple, dans l'expérience *Durée* : respectivement 20.43 % et 13.6 % de la variance totale), le trait d'aperture semble avoir un effet plus fort que le trait d'antériorité sur la discrimination de /ø/.

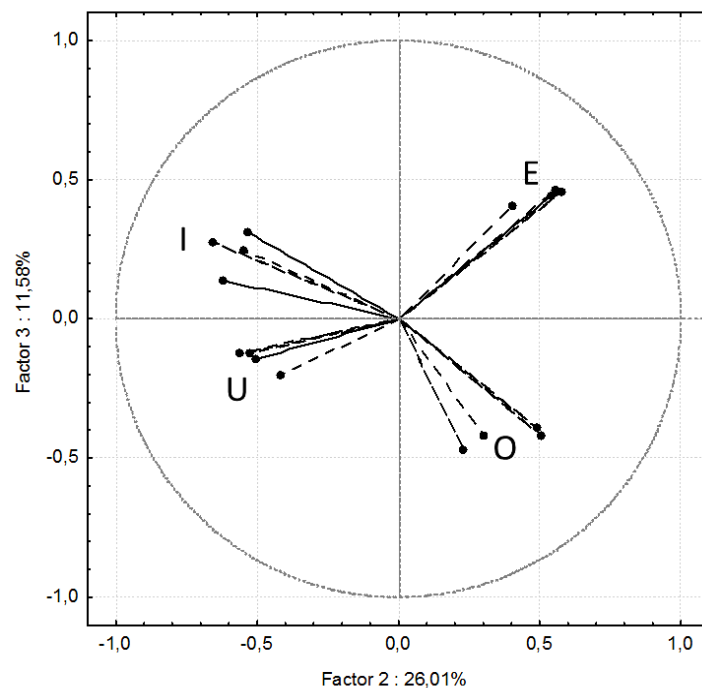


Figure III.67 Expérience Hauteur. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 2 * 3 sont principalement représentatifs des variables aperture * antériorité).

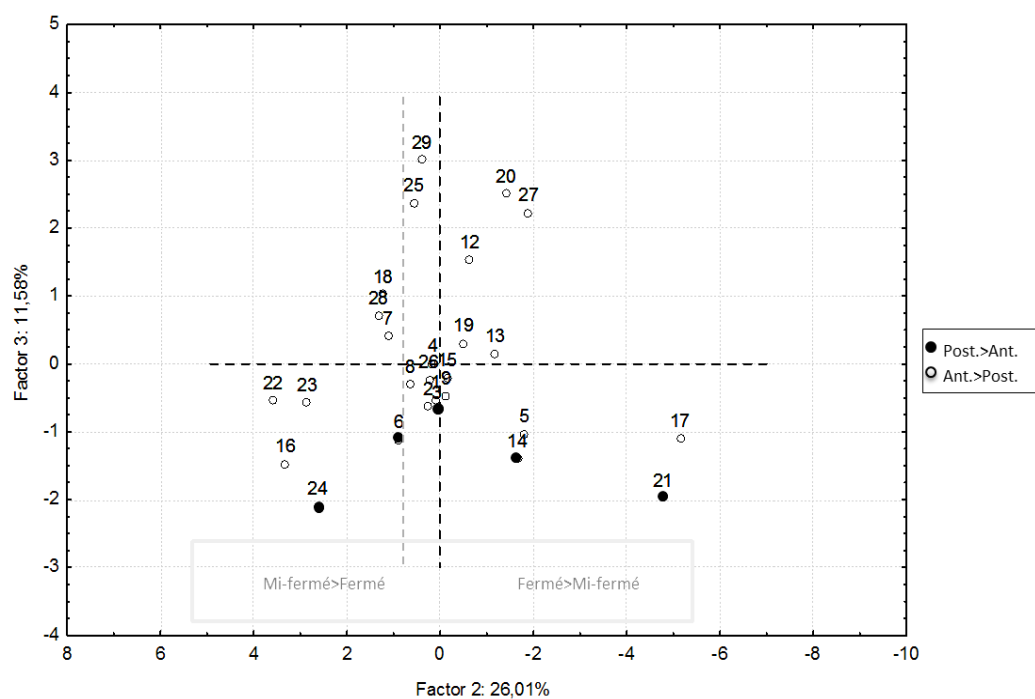


Figure III.68 Expérience Hauteur. Projection dans le plan principal à deux dimensions z2 * z3 des individus à partir de S (axes principalement liés à aperture et antériorité).

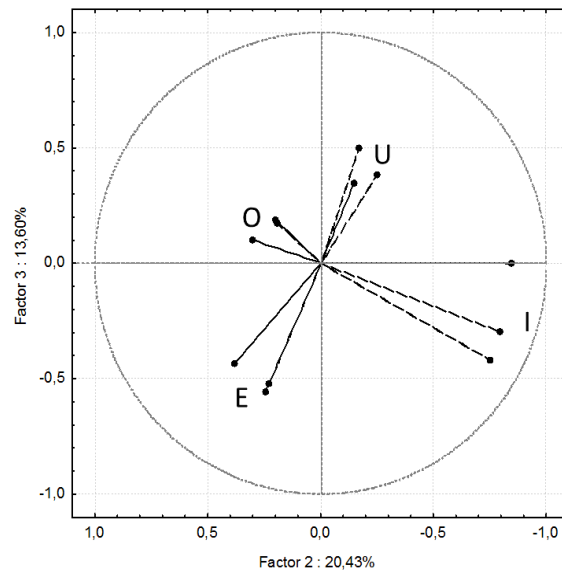


Figure III.69 Expérience Durée. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 2 * 3 sont principalement représentatifs des variables aperture * antériorité).

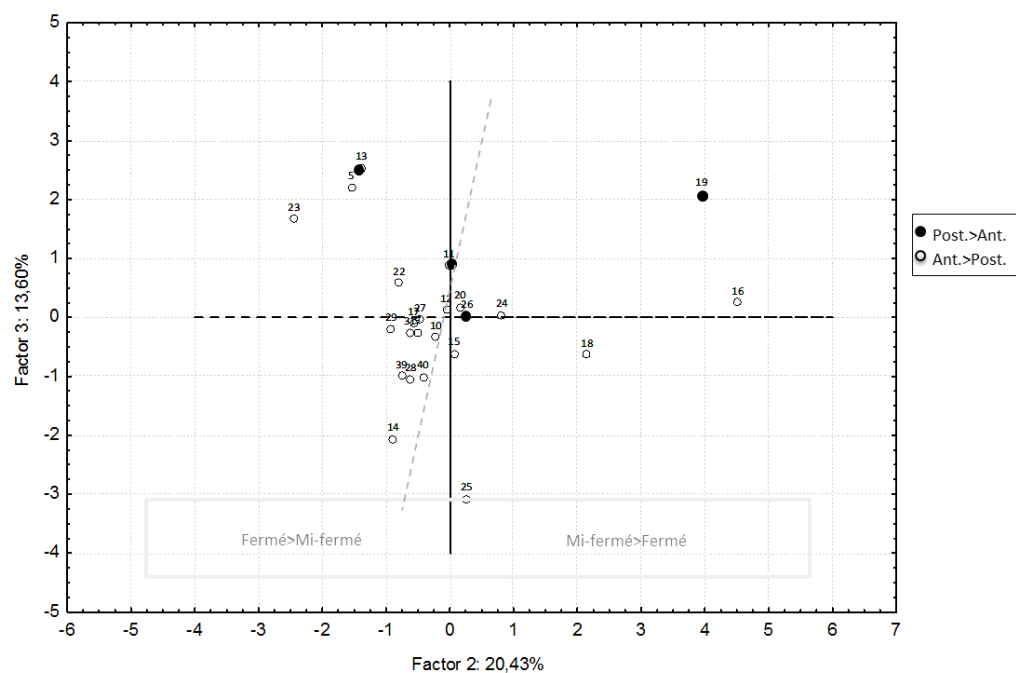


Figure III.70 Expérience Durée. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z_2 * z_3$ des individus à partir de S (axes principalement liés à aperture et antériorité).

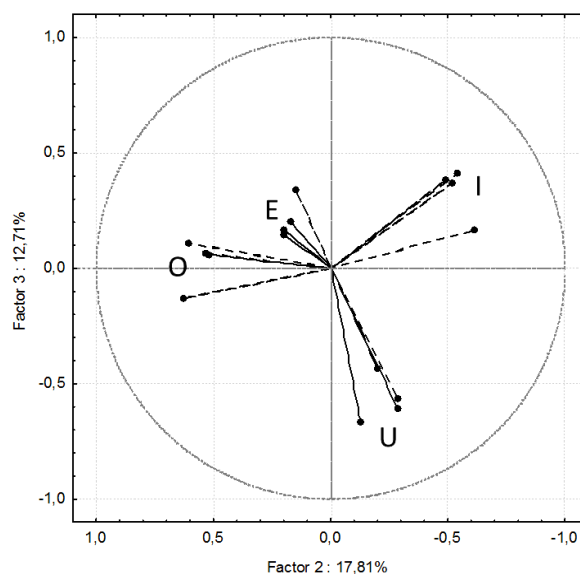


Figure III.71 Expérience Variation de hauteur. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 2 * 3 sont principalement représentatifs des variables aperture * antériorité).

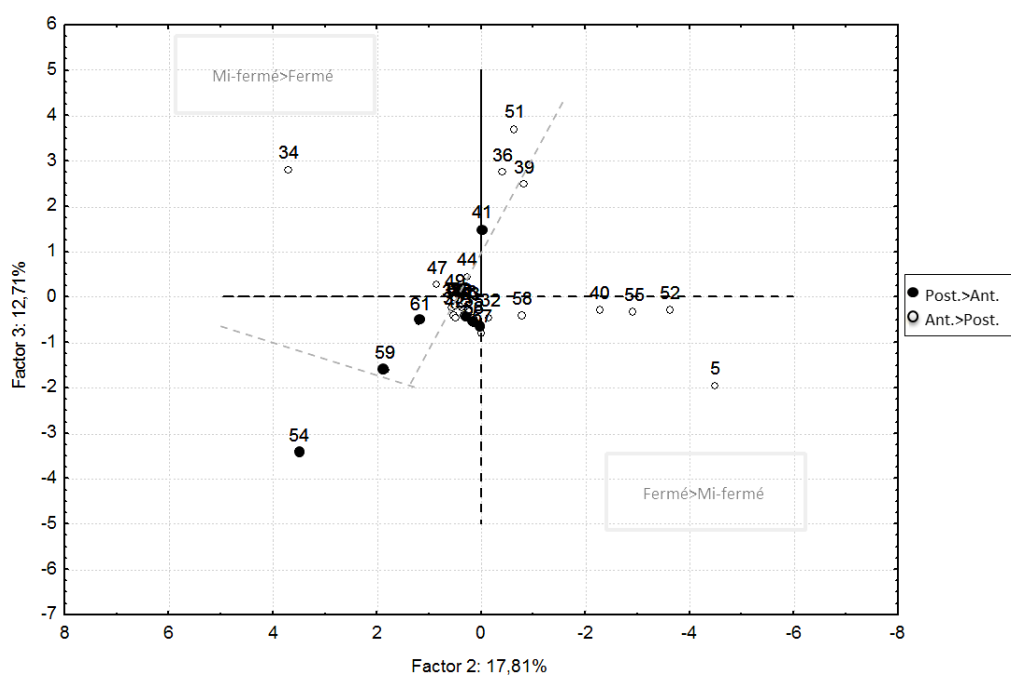


Figure III.72 Expérience Variation de hauteur. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z_2 * z_3$ des individus à partir de S (axes principalement liés à aperture et antériorité).

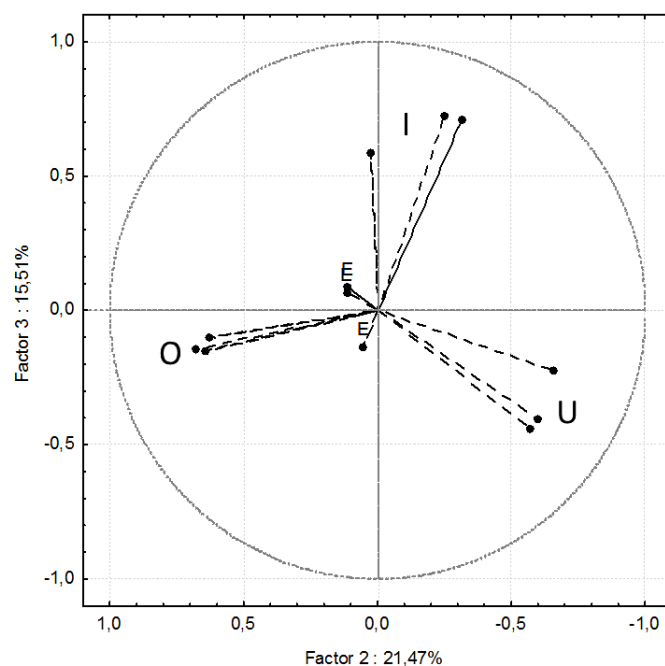


Figure III.73 Expérience Répétition de la durée. Discrimination de /ø/ selon la référence à comparer (les facteurs 2 * 3 sont principalement représentatifs des variables aperture * antériorité).

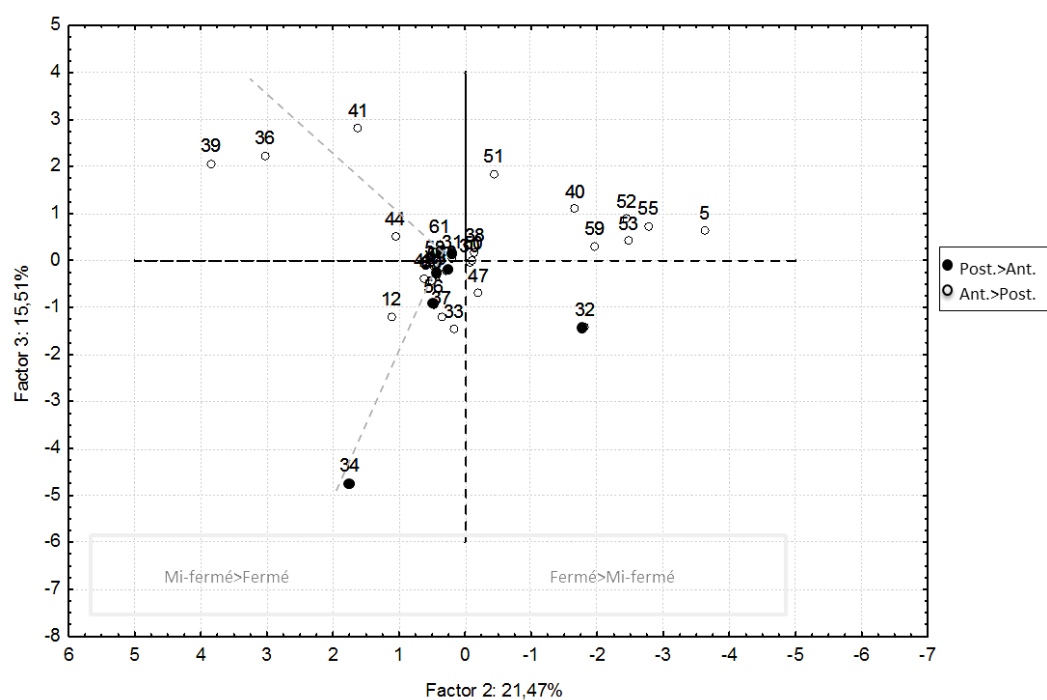


Figure III.74 Expérience Répétition de la durée. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z_2 * z_3$ des individus à partir de S (axes principalement liés à aperture et antériorité).

III.4 Discussion et conclusion

III.4.1 Discussion

L'originalité de notre paradigme expérimental est d'aborder la question de l'utilité de paramètres propres à la voix chantée et considérés proches d'outils verbo-tonaux pour faciliter la discrimination perceptive de voyelles non-natives. L'objectif était d'observer l'effet fréquence fondamentale, de la variation de hauteur, de l'allongement de la durée, de la répétition d'une durée et du contexte consonantique prévocorique sur la discrimination des voyelles de /y/ et /ø/ chez des natifs de l'italien naïfs en français ou s'auto-estimant au maximum à un niveau B1 (débutant et débutant intermédiaire) dans cette langue. Nous avons en outre observé le type d'assimilation perceptive opéré par ce public pour les voyelles précitées. À cet effet, une tâche de discrimination perceptive de phonèmes vocaliques insérés dans des syllabes de structure CV a été utilisée. Les voyelles natives et non-natives à classer selon un choix dichotomique "semblable" ou "différent" pouvaient être présentées dans un contexte consonantique sombre /p/⁷⁷ (expérience 5 Consonne) ou clair /t/ (toutes les expériences), à des hauteurs différentes (H1 (la2), H2 (si2), H3 (do3) ou H5 (mi3)) et sur des durées variées (D2 (200 ms), D4 (400 ms), D6 (600 ms)).

Notre dernière hypothèse, basée sur les expériences de terrain des enseignants de langue et sur le postulat de Canepari (2007), était que les natifs de l'italien discriminent plus facilement les voyelles antérieures arrondies fermée et mi-fermée du français quand ces dernières sont comparées à un contraste vocalique antérieur plutôt que postérieur. Un effet significatif de l'antériorité sur la discrimination de /y/ et /ø/ a été trouvé dans la série des cinq expériences. Ce résultat suggère un effet très robuste de ce paramètre dans la mesure où les modalités expérimentales telles que la modification du contexte consonantique, de la durée vocalique ou de la fréquence fondamentale et même du contraste vocalique ne conditionnent pas l'impact de l'antériorité sur la discrimination de /y/ et /ø/. Les ACP suggèrent pour les cinq expériences des scores plus élevés en contraste antérieur, et plus précisément /i/. De plus, pour les expériences 1 *Hauteur*, 2 *Variation de hauteur*, 3 *Durée*, 5 *Consonne*, les statistiques inférentielles conduites sur la discrimination des voyelles cibles et pour l'expérience *Consonne*, les mesures de temps de réponse montrent un effet significatif en faveur de la modalité antérieure. En contraste fermé, l'ensemble des résultats décrit un effet en faveur de /i/ en contraste fermé. /i/ semble également favorable à la discrimination en contraste mi-fermé, même si /e/ semble également faciliter la discrimination. En contraste mi-fermé, la significativité de l'effet de l'antériorité sur la discrimination de /y/ est discutée : si l'ACP suggère un effet systématique, les statistiques inférentielles ne mettent en évidence aucune significativité de la différence de moyennes, excepté dans l'expérience 3 *Durée*. Par ailleurs, dans cette expérience, l'effet est en faveur de la modalité postérieure, ce qui nous amène à nuancer le type d'assimilation perceptive de /y/ en contraste mi-fermé. Ce résultat concorde donc partiellement avec l'hypothèse de Canepari (2007) selon laquelle les italophones seraient enclins à mieux discriminer /y/ en contraste antérieur plutôt que postérieur mais aussi avec les travaux de Flege (1987) qui montrent que /y/ est perçu comme une mauvaise

⁷⁷ Pour rappel, l'explicitation de cette terminologie se trouve Chapitre I.2.1.

occurrence de /u/ par les natifs de l'italien. Ces résultats tendent à montrer que les italophones partagent un mode d'assimilation perceptive des voyelles antérieures non arrondies avec des locuteurs natifs d'autres langues. En effet, les travaux de Rochet (1995), qui montrent que les hispanophones confondent la voyelle antérieure arrondie fermée absente de leur langue maternelle avec la voyelle postérieure fermée, mais aussi avec ceux de Lévy (2009) démontrant que l'assimilation perceptive de la série des voyelles antérieures arrondies est plus forte avec les voyelles postérieures qu'avec celles antérieures chez des natifs de l'anglais. L'interprétation des axes de projections par ACP met en avant un rôle important du trait d'antériorité dans la discrimination des voyelles cibles, mais également un effet fort du trait d'aperture, puisque le facteur qui en dépend permet de séparer nettement les groupes d'individus et d'expliquer leurs comportements face à la discrimination des voyelles cibles. Comme attendu, la discrimination de /y/ semble facilitée en contraste mi-fermé et celle de /ø/ en contraste fermé, soulignant le rôle important des différences d'aperture dans la discrimination. Enfin, l'interprétation des figures projetées par ACP semble indiquer que /y/ est maximalelement confondu en contraste fermé postérieur et /ø/ en contraste mi-fermé postérieur. L'ensemble de ces résultats montrant une assimilation perceptive des voyelles antérieures arrondies du français avec des voyelles postérieures chez un public italophone, va en faveur de l'utilisation par les enseignants de FLE de contrastes antérieurs non arrondis afin de mettre en exergue les caractéristiques acoustiques non reconnues comme pertinentes pour l'interprétation de /y/.

Une de nos hypothèses, en lien avec un des outils d'exercice de la perception auditive de la méthode verbo-tonale, suggérait un effet du contexte consonantique sur la discrimination de voyelles non-natives. L'expérience 5 *Consonne* révèle bien un effet de celle-ci sur la discrimination de /y/, mais uniquement en contraste postérieur. L'environnement consonantique /t/ facilite, comparativement à /p/, et de façon significative, la discrimination de la voyelle non-native. Ce résultat qui montre que l'entourage consonantique influence la perception des voyelles prolonge les théories prédisant et les travaux ayant montré un rôle de la coarticulation dans la perception des sons (Jakobson *et al.*, 1952 ; Delattre, 1962 ; Liénard, 1972 ; Fox, 1989 ; cf. Section II.3.2). Ce résultat est particulièrement intéressant pour les enseignants de langue qui recourent à la méthode verbo-tonale en correction phonétique. Renard (1971 ; 1979 ; 2002) a proposé un classement des sons – en accord partiel avec les observations de Jakobson *et al.* (1952) – en fonction d'un degré de clarté, tableau dans lequel /p/ est considéré plus sombre que /t/ (cf. Section I.2.1 et plus particulièrement Figure I.2). Comme rappelé dans le Chapitre I, les verbo-tonalistes suggèrent de choisir la consonne à coarticuler à la voyelle mal perçue par les non-natifs (selon les critères pertinents pour les natifs) en fonction du type d'assimilation perceptive. Dans un cas comme le nôtre où /y/ est assimilée à /u/, voyelle définie plus sombre par la méthode verbo-tonale (cf. Section I.2.1 ; Figure I.3), la méthode suggère l'utilisation d'une consonne plus claire afin de renforcer les fréquences aigues dans le spectre acoustique de la voyelle non-native. En contraste antérieur, aucune des modalités testées (consonne, durée, hauteur) ne semble avoir d'effet sur la discrimination. Ce résultat semble prédire que, pour qu'il y ait efficacité d'un outil, il faut que la confusion perceptive soit suffisamment importante. En ce sens, les outils de la méthode verbo-tonale, et peut-être plus largement les paramètres inhérents à la voix chantée, ne seraient efficaces qu'en cas d'assimilation perceptive majeure, dans notre cas par exemple des voyelles antérieures arrondies avec des voyelles postérieures arrondies. Notre résultat montre que cet outil fonctionne chez des adultes natifs de l'italien naïfs en français et ayant un niveau inférieur à B1 dans des langues

exploitant les voyelles antérieures arrondies. Il serait intéressant de vérifier la récurrence de ce rôle favorable du contexte consonantique prévoicalique en testant la discrimination de /ø/ dans les mêmes contextes consonantiques /p/ et /t/, puis de tester leur discrimination en fonction d'autres consonnes. Le rôle des constrictives /s/ et /ʃ/ sur la discrimination des voyelles antérieures arrondies pourrait par exemple faire l'objet d'observations ultérieures. Partageant le trait de labialité, elles permettraient de contrôler ce facteur. Néanmoins chaque paire de consonnes choisie présente un paramètre limitant les observations. Ainsi, /p/ et /t/ ne partagent pas le trait de labialité, /s/ et /ʃ/ sont respectivement classées *claire* et *moyenne* par la méthode verbo-tonale donc ne présentent pas une différence maximal sur la plan de la clarté. Sans doute est-ce une raison majeure invitant à tester plusieurs paires de consonnes, choisies en fonction de leur classement par les verbo-tonalistes, mais aussi en fonction de leurs caractéristiques purement acoustiques.

Cet effet du contexte consonantique sur la discrimination de /y/ semble de plus particulièrement robuste dans la mesure où nos résultats montrent qu'à chaque hauteur testée, /y/ est mieux discriminé de /u/ quand l'environnement consonantique est /t/ plutôt que /p/. L'expérience *Consonne* indique que /y/ est significativement mieux discriminé en contexte consonantique /t/ vs /p/ que l'échantillon observé correspond à $N = 33$ ou $n = 10$, autrement dit que l'échantillon comprenne des sujets ayant étudié ou non la langue allemande et que les sujets aient mal ou moyennement réussi la tâche. En revanche, nos travaux sur l'effet des variables associées *Consonne* et *Variation de hauteur* sur le taux de discrimination de /y/ en contraste /u/ ne trouve pas de résultat significatif. Une différence de moyennes importante est relevée entre /p/ et /t/ dans la modalité H1 et surtout H3, et réduite avec H5, mais aucune valeur de hauteur comparée à une autre n'améliore la perception de /y/ de manière significative. On relève cependant qu'avec H5, la discrimination de /y/ en contraste /t/ n'est pas significativement meilleure qu'en contraste /p/, ce qui suggère que la modification de la consonne prévoicalique est un outil pertinent qu'à certaines hauteurs d'émission vocalique. Il serait utile de poursuivre cette recherche en vérifiant l'effet du changement de contexte consonantique sur la perception de voyelles non-natives en fonction des hauteurs d'émission du stimulus mal discriminé et d'observer plus largement le rôle de l'association de la fréquence fondamentale avec une consonne sur la catégorisation de voyelles non-natives.

Les expériences *sur* l'effet hauteur dissociée de l'effet du contexte consonantique ne montrent aucune influence de ce paramètre sur la discrimination des voyelles non-natives /y/ et /ø/ dans les conditions testées, ce qui ne permet pas de valider notre deuxième hypothèse prédisant qu'une fréquence fondamentale élevée facilite la discrimination de voyelles dont les caractéristiques claires ne sont pas traitées par un non-natif. Que la syllabe soit émise sur une hauteur unique ou sur une variation de hauteur, aucune différence n'apparaît, suggérant une absence d'effet hauteur mais aussi de la taille des intervalles de hauteurs tonales sur la discrimination vocalique. Les statistiques descriptives indiquent une différence de comportement de discrimination de /ø/ émis avec H5. Les valeurs numériques suggèrent une moins bonne discrimination de la voyelle non-native à cette hauteur, mais sans que la différence ne soit significative.

Les observations menées sur l'effet de la variable *durée* informent qu'aucune des durées testées, isolée (D2, D4, D6) ou répétée (D2-D2-D2, D4-D4-D4, D6-D6-D6), ne facilitent la discrimination de /y/ et /ø/, résultat allant à l'encontre de notre troisième hypothèse. Les comportements spécifiques observés pour la discrimination

de /ø/ en D6 et en D2-D2-D2 en contraste /i/ ne sont pas reconnus comme significatifs d'après les statistiques inférentielles. Ces résultats concordent avec ceux trouvés sur l'effet de la durée sur la reconnaissance des voyelles en parole. Hillenbrand, Clark and Houde (2000) ont en effet trouvé que la modification de la durée de la voyelle a un effet moindre sur la reconnaissance des voyelles chez des natifs, et que cet effet de durée est de plus inégal, certaines voyelles étant plus impactées que d'autres, certainement de par leur durée intrinsèque.

Nos résultats suggèrent un rôle possible de la « clarté » d'une consonne pour faciliter la perception d'une voyelle non-native, à condition que celle-ci soit perceptivement assimilée avec une autre voyelle. Néanmoins, les résultats en défaveur de l'effet durée et de l'effet hauteur imposent des recherches complémentaires pour comprendre leur rôle sur la perception des sons non-natifs comme proposée par les tenants de la méthode verbo-tonale. Il est évident toutefois que les résultats actuels ne doivent pas être interprétés comme limitant la qualité des outils proposés par la méthode verbo-tonale. En effet, le contexte du protocole ne correspond pas à un cadre pédagogique d'enseignement-apprentissage, et les outils « durée » et « hauteur » sont exploités hors d'une séquence où la prosodie est travaillée en amont ou est directement associée à leur utilisation. L'ensemble de ces résultats ne vont pas dans le sens de l'intérêt de la modification de la durée ou de la hauteur pour faciliter la perception des voyelles non-natives et ainsi ne prédisent pas que ces paramètres soient intéressants à utiliser dans l'enseignement-apprentissage des langues. L'étude de perception présentée dans ce Chapitre III a l'intérêt de valider les théories selon laquelle les natifs de l'italiens naïfs en français ou ayant un niveau débutant dans cette langue et n'étant pas compétents à un niveau supérieur à B1 dans des langues exploitant des voyelles antérieures arrondies, assimilent perceptivement ces voyelles absentes de leur système phonologique avec des voyelles postérieures. Nous avons aussi montré que les natifs de l'italien perçoivent d'autant mieux les voyelles non-natives que le contraste est d'aperture éloignée, va dans le sens des résultats de Lindblom et Lubker (1985) et Duchêne (2002) qui ont montré une proprioception articulatoire plus forte (avec un rapport de trois pour un) pour la position de la langue dans la cavité buccale que pour sa position antéro-postérieure. Également, nous avons relevé à travers cette série d'expériences que /u/ est le contraste qui complexifie la perception de /y/ et /ø/, ce qui est intéressant dans la mesure où nous prédisons que les italophones conceptualisent la catégorie antérieure arrondie mi-fermée à partir de la catégorie postérieure arrondie fermée (cf. Cornaz *et al.*, 2010 et II.3). Enfin, nos résultats montrent que l'effet du contraste est prioritaire à tous les autres effets testés dans nos travaux sur la perception de /y/ et /ø/ chez les italophones et que l'effet du contexte consonantique est lui-même plus robuste que les autres effets testés pour la discrimination de /y/.

III.4.2 Conclusion, regards critiques et nouvelles pistes de recherche

III.4.2.1 Le problème des différences extrêmes de scores

Nos résultats montrent des niveaux variés en compétence de discrimination de /y/ et /ø/, mais aussi du type de confusion phonologique, chez les sujets recrutés pour cette étude de perception. Suite à la sélection des participants, nous attendions un échantillon de sujets ayant des niveaux de compétence en discrimination des voyelles non-natives globalement homogènes, soit à trouver une « seule » ellipse p sur l'axe du facteur 1 ($ndlr$: en lien avec les scores de réussite de la tâche) dans les projections des individus par ACP. Des observations sur

le genre (féminin *vs* masculin), les origines sociolinguistiques et sur les compétences (renseignées par les sujets, cf. Section III.1.3) en français (même à un niveau survie), en musique, en phonétique ne permettent pas d'expliquer les différences de comportement, ni de définir clairement une typologie des sujets par expérience. En revanche, il semble que de toutes les langues possédant des voyelles antérieures arrondies connues des sujets, l'allemand – même quand les sujets s'auto-évaluent à un niveau seuil dans cette langue – joue un rôle majeur sur la réussite de la tâche (c'est-à-dire sur les compétences de discrimination de /y/ et /ø/) et sur le type d'assimilation perceptive. Néanmoins, d'autres facteurs pourraient être responsables de l'hétérogénéité des scores : le niveau d'audiométrie des sujets par exemple, que nous ne pouvons établir dans ce type de protocole, ou encore le type de tâche cognitive effectuée par le sujet (tâche acoustique *vs* tâche phonologique), que nous pouvons tenter d'identifier sans pouvoir être certains de nos hypothèses.

III.4.2.2 Interaction entre connaissances phonétiques en allemand et réussite de la tâche

- *Interaction de l'allemand sur le score de réussite*

L'apprentissage de l'allemand semble être un facteur de réussite de la tâche : dans l'ensemble des expériences, les sujets ayant étudié l'allemand sont massivement situés dans le groupe des personnes obtenant des scores élevés pour la discrimination de /y/ surtout, mais aussi de /ø/. Par exemple, la confrontation de la projection factorielle des individus avec les scores moyens de réussite suggère dans l'expérience *Variation de hauteur* que 11 des 15 personnes ayant étudié l'allemand ont un score dépassant 81 % et que 7 d'entre elles ont un score dépassant 90 % (Figure III.75).

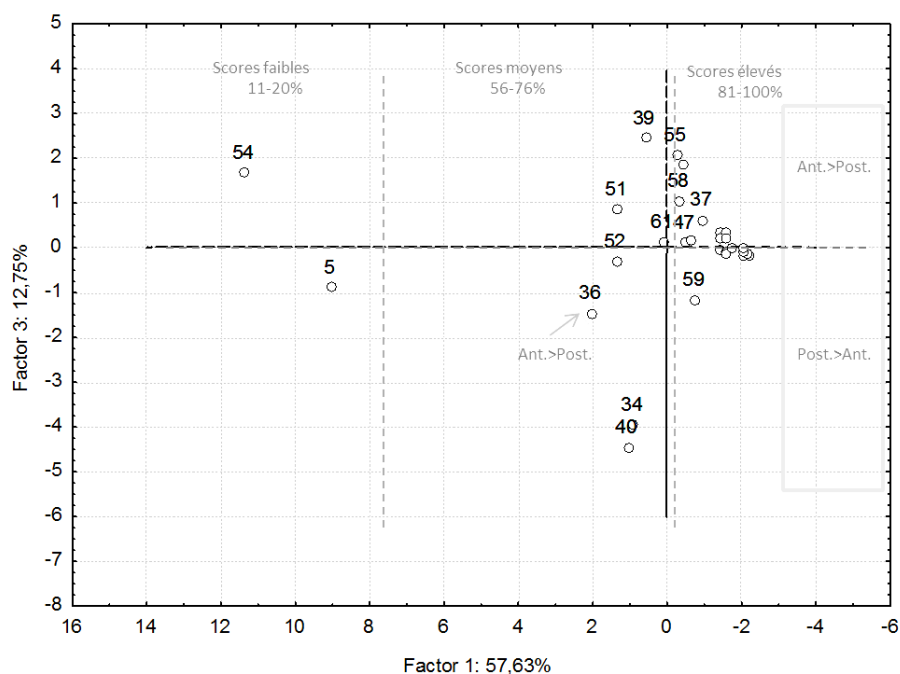


Figure III.75 *Expérience Variation de hauteur. Projection dans le plan principal à deux dimensions z1 * z3 des individus à partir de S.*

Dans l'expérience 5 *Consonne* et dans l'expérience 3 *Durée* (aperture indissociée), 10 des 12 sujets ayant obtenu des scores élevés lors de la tâche ont étudié l'allemand (Figure III.76 et Figure III.77). L'interaction observée dans les expériences *Consonne*, *Durée* et *Variation de hauteur* entre pratique de l'allemand et réussite de la tâche de discrimination n'a pas été retrouvée dans les expériences *Hauteur* et *Répétition de la durée* (Figure III.78). Ces résultats suggèrent un effet très robuste des connaissances en allemand, car prioritaire sur tout autre paramètre observé dans le questionnaire (cf. Annexe VII) (connaissances en français, en musique ou en phonétique par exemple). C'est pourquoi il nous semble qu'une population sans aucune connaissance préalable en langues étrangères possédant des voyelles antérieures arrondies (1) aurait potentiellement favorisé la mise en évidence de l'effet consonne et hauteur sur la perception de la cible non-native, et (2) aurait renforcé la magnitude de l'effet de la variable contraste.

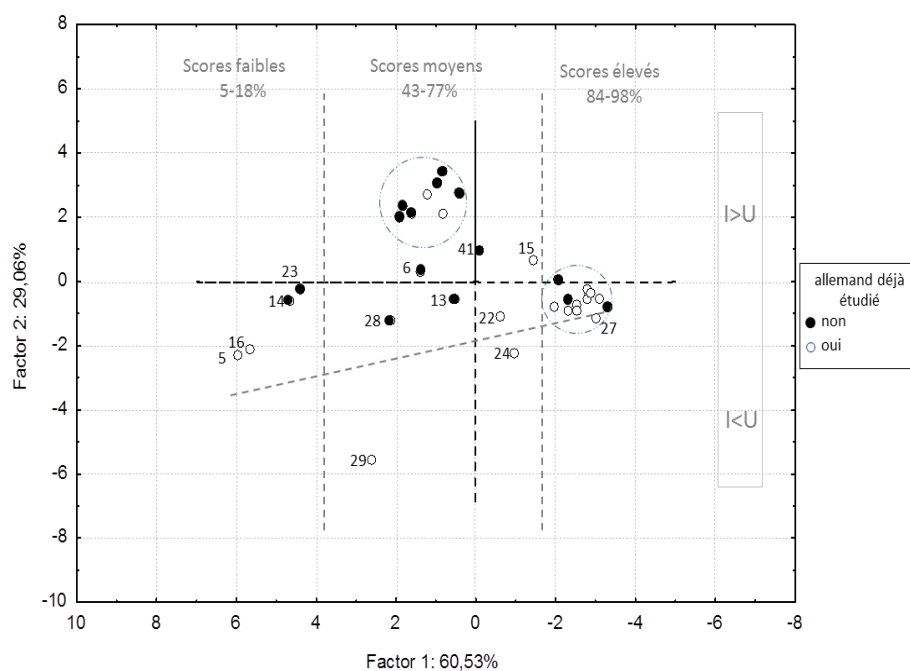


Figure III.76 Expérience Consonne. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de S selon des données sociolinguistiques recueillies (allemand étudié vs non étudié) par le biais des questionnaires remplis par les participants.

- **Interaction de l'allemand sur le type d'assimilation perceptive**

Il semblerait y avoir une piste de réflexion sur la différence de confusion phonologique d'une voyelle non-native chez des sujets natifs d'une même langue en fonction de leurs connaissances des langues étrangères. Des observations à partir des résultats de l'expérience 3 *Durée* et de l'expérience 5 *Consonne* mettent en évidence, dans cette dernière uniquement, un effet des acquis en allemand, mais pas de ceux en français, sur le type de confusion phonologique. Nous avons relevé que les sujets ayant étudié l'allemand confondent davantage /y/ avec le contraste antérieur /i/ alors que les sujets naïfs en allemand assimilent perceptivement la voyelle antérieure arrondie avec /u/, les effets de ces résultats étant par ailleurs trouvés significatifs.

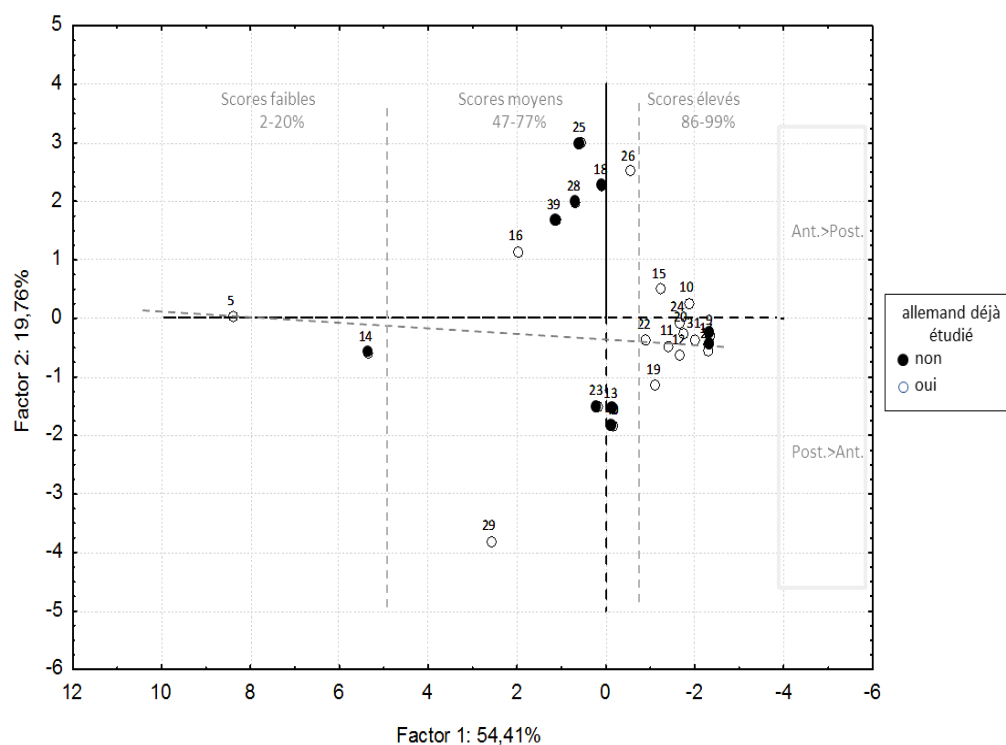


Figure III.77 *Expérience Durée*. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z2$ des individus à partir de S (axes principalement liés à scores * antériorité).

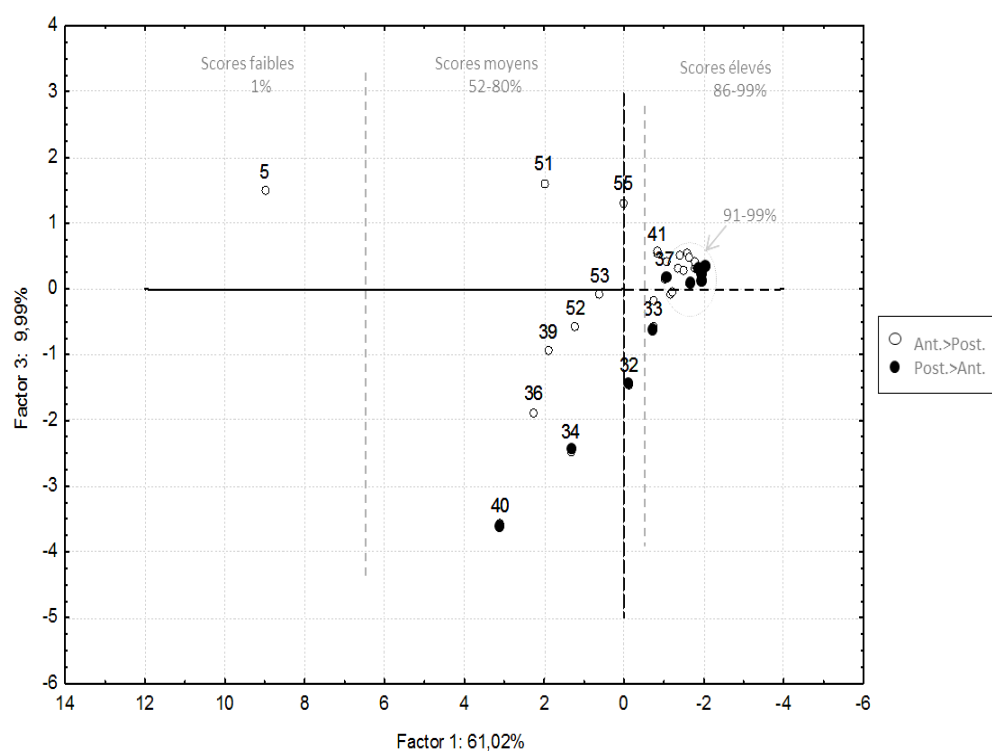


Figure III.78 *Expérience Répétition de la durée*. Projection dans le plan principal à deux dimensions $z1 * z3$ des individus à partir de S .

Se pose donc la question de savoir comment les connaissances en français peuvent avoir un impact nul ou moindre sur le niveau de réussite de la tâche qui porte sur la langue française et un impact nul ou moindre sur le type de confusion phonologique, comparativement à l'impact des connaissances en allemand. Pour observer de façon fiable un effet donné sur la discrimination de voyelles antérieures arrondies en français, il serait nécessaire de retenir uniquement des personnes naïves en allemand, puisque nous avons montré que dans certaines expériences, l'étude de l'allemand, même à un niveau seuil, impacte les résultats.

III.4.2.3 Le recrutement des sujets : utiliser un pré-test

Également, les résultats et ces observations suggèrent qu'une réflexion est à mener sur le mode de recrutement des sujets de sorte à améliorer la poursuite de ces travaux de recherche. Dans une perspective de tentative de généralisation de certains de nos résultats sur la population italophone, il importe non seulement d'accroître largement la taille des échantillons, mais surtout de séparer les italophones (a) n'ayant jamais étudié de langue contenant les voyelles cibles, (b) ayant un niveau intermédiaire dans ce type de langues et (c) avancés en compétence orale dans de telles langues. En effet, nous avons trouvé dans l'expérience 5 *Consonne* que /y/ est significativement mieux discriminé en contraste antérieur /i/ qu'en contraste postérieur /u/ chez les natifs de l'italien, mais nous avons montré que cet effet est d'autant plus important que les sujets sont naïfs en allemand (n « sans compétence en allemand » : $Z(15, 11) = 75.19, p < .0001, r = .65$). Outre l'effet de l'étude de l'allemand, nous trouvons des différences de résultats selon les scores de réussite de la tâche : un test de positionnement permettrait de classer les candidats à l'expérimentation en fonction de la réussite de la tâche (sans que nous ayons à identifier les raisons du niveau de réussite). Dans l'expérience 5 *Consonne* par exemple, la significativité de l'effet du contraste sur la discrimination de /y/ est trouvée la plus importante quand les sujets naïfs en allemand sont écartés de l'échantillon observé certes, mais aussi lorsque les observations portent uniquement sur les sujets ayant réussi moyennement à la tâche de discrimination (score compris entre 43 % et 89 % : $F(1,9) = 29.18, p < .001, \eta_p^2 = .66, \text{effet-size} = 1.00$). De même, dans l'expérience *Répétition de la durée*, la projection des individus par ACP suggère que les sujets meilleurs à discriminer /ø/ en contraste postérieur qu'antérieur font également le plus souvent partie de ceux qui ont le mieux réussi la tâche (6 personnes sur 7 ≥ 93 %). Cette tendance ne se vérifie cependant pas dans les autres expériences (expérience *Hauteur* : 5 personnes sur 8 ≥ 84 % ; expérience *Durée* : 5 personnes sur 9 ≥ 84 % ; expérience *Variation de hauteur* : 3 personnes sur 7 ≥ 90 %). Ainsi, bien que le questionnaire sociolinguistique nous ait semblé suffisamment complet (cf. Annexe VII), il apparaît pertinent de compléter les renseignements fournis dans le questionnaire par une évaluation des candidats dans une tâche de perception globale et de production du français (et plus largement, dans les langues étudiées ou connues), du même type que les évaluations utilisées en classe de langue. Cela permettrait de plus de vérifier la qualité des auto-évaluations en langue, élément intéressant puisque les résultats montrent que les compétences indiquées par les sujets dans les questionnaires ne sont pas une mesure fiable pour le recrutement des sujets. Des statistiques inférentielles complémentaires pourront être menées pour vérifier la significativité de l'absence d'interaction. Dans une perspective FLE où les questionnaires servent parfois de seul critère à la formation de groupe de niveau, il serait pertinent de vérifier dans un premier temps cette aptitude des

sujets à s'auto-évaluer et d'évaluer dans un deuxième temps l'impact de la durée et de la période d'apprentissage de certaines langues sur les compétences de discrimination de voyelles cibles.

III.4.2.4 Tâche acoustique ou phonologique ?

Nous avons évoqué dans le Chapitre II l'influence sur les résultats des modalités expérimentales. Les résultats des études de Strange (1995) et de Werker (1994) nous avaient fait penser que le protocole de Burfin *et al.* (2011) choisi pour cette expérimentation à objectif phonologique était bien adapté. Les observations des scores de réussite de la tâche pour les voyelles communes aux deux langues (/i e o u a/) paraissent cependant remettre en question l'adéquation du protocole tel que nous l'avons utilisé dans notre cadre de travail. Il semblerait en effet que certains sujets aient effectué une tâche acoustique plutôt que phonologique, ceci suggérant qu'il sera nécessaire de revoir le protocole pour la poursuite de ce type de travaux de recherche en menant une réflexion sur la méthode de détection du type de traitement cognitif opéré par les sujets pour répondre à la tâche (processus bas niveau *vs* haut niveau).

- ***Impact des intervalles de silence ?***

Werker (1994) a trouvé que des intervalles de plus de 500 ms entre deux stimuli obligent les auditeurs à faire appel à la mémoire à long-terme et donc à leur compétence phonologique. La discrimination est alors rendue beaucoup plus difficile, exceptée si les deux sons font partie de deux catégories phonologiques également différentes dans la langue maternelle. L'étude de Werker (1994) a également montré, résultats confirmés ultérieurement par Strange (1995), qu'un intervalle de silence plus court amène les sujets à faire une tâche acoustique et au mieux, phonétique, ce qui donne de fait de très bons résultats de discrimination. Strange (1995) a montré que les adultes peuvent avoir la même compétence de discrimination que des natifs à discriminer des contrastes phonologiques non-natifs à condition que les stimuli soient perçus avec un intervalle de temps très court entre eux, et puissent être différenciés sur leurs critères acoustiques. En d'autres termes, des adultes sont à même de discriminer des contrastes non-natifs sur leur base acoustique et phonétique uniquement et si les conditions d'écoute et de traitement le permettent (voir aussi Flege, 1995). Notre protocole aurait dû éviter une tâche acoustique dans la mesure où la référence était donnée dans la première phase de chaque test, ce qui reprend les indications des études de Werker et Strange évoquées ci-avant (*ibidem*). Aux critiques évidentes que la référence était réentendue fréquemment durant la passation expérimentale, et surtout que dans l'expérience *Consonne*, parmi les voyelles à discriminer, une seule de la série n'appartenait pas à la langue native, nous pouvons répondre que chaque stimulus à traiter était séparé de 800 ms. Les différences extrêmes de scores et surtout, les scores élevés en discrimination, paraissent de fait avoir une autre explication. Les participants n'ayant jamais étudié de langue dont le système phonologique possède des voyelles antérieures arrondies pourraient effectuer une tâche acoustique, tandis que les participants ayant connaissance de l'existence de /y/ et de /ø/ dans certains idiomes chercheraient à discriminer ces phonèmes. Toutefois, nous avons montré que les niveaux de compétences en français et en allemand n'impactent pas de façon homogène les scores de réussite de la tâche. Ainsi, des recherches complémentaires sont à mener pour tenter de trouver des explications, peut-être en observant précisément l'effet de l'interlangue sur les processus de traitements cognitifs des sons et des phonèmes d'une langue étrangère.

- *Utiliser des voyelles moins prototypiques ?*

Quoique les processus d'interprétation des signaux restent inconnus, les hypothèses testées dans cette étude de perception seraient à notre avis mieux traitées avec un protocole expérimental limitant le risque d'effet plafond, notamment en contraste antérieur où nous avons trouvé pour l'ensemble des expériences et des sujets 95 % de détections correctes de /y/ comparé à /i/⁷⁸. Il nous semble que l'évitement de scores plafonds mais aussi des scores seuils pourrait être obtenu de différentes manières.

Dans notre protocole, nous avons contrôlé les émissions de notre locutrice puis sélectionné les sons qui présentaient le moins de variation acoustique, car nous souhaitions contrôler au maximum les effets des variables considérées dans cette recherche (consonne, hauteur, durée) et donc écarter les éventuelles variables qui auraient pu interférer. Les prototypes de voyelles sélectionnés dans notre étude de perception correspondent à une forme hyper-contrôlée et donc hyper-articulée, effort qui nous avait paru nécessaire pour tenir la durée des gestes articulatoires et pour assurer une distinctivité maximale entre les catégories phonémiques lors des productions sur différentes hauteurs. Or Kuhl (1991, cf. Section I.1.4.1) prédit que les différences entre des réalisations acoustiquement proches du prototype, comme c'est le cas dans notre protocole, ne sont pas différenciables entre elles mais que les spécificités acoustiques des exemplaires appartenant à une catégorie donnée sont aisément différenciables des réalisations prototypiques d'une autre catégorie, facilitant la structuration de l'espace phonétique. Nous suggérons donc de modifier le protocole soit en multipliant le nombre de réalisations émises par la locutrice native du français pour une catégorie donnée, soit/et en contrôlant moins ses productions lors du recueil initial de stimuli. Selon la théorie de Kuhl (*ibid.*) mais aussi selon les observations de Kirchner (1999), il nous semble qu'en plus d'être récurrentes, les réalisations retenues devraient être suffisamment distinctes au niveau perceptif pour être reconnues comme des exemplaires différents, mais contrôlées de manière à être classées comme appartenant à une même catégorie phonologique. L'objectif serait de créer d'une part, des catégories plus larges, moins distantes les unes des autres et d'autre part, des frontières inter-catégorielles moins nettes. À la place de la compétence de discrimination utilisée dans notre recherche, la compétence de catégorisation phonologique des apprenants pourrait ainsi être observée, empêchant que les différences perceptives soient établies à partir des variantes acoustiques.

Une autre solution pour complexifier la tâche, éviter les scores plafond et éviter une tâche acoustique et qui tiendrait compte de la variété de préférence de voix des locuteurs natifs (*Ho vs Fe*) observée dans l'étude préliminaire (cf. Section III.2.1), serait d'augmenter le nombre de locuteurs natifs pour la récupération d'items cibles plus variés. Cela aurait également l'avantage de neutraliser le risque d'étiquetage erroné de la voyelle référente émise en début de test. Nous avons trouvé dans notre étude de perception que, dans des tests où la référence à mémoriser et à comparer était /u/, il arrivait que les occurrences de /u/ soient mal reconnues ou mal

⁷⁸ Cet avis est également valable pour les scores de discrimination des voyelles non-natives en contraste postérieur qui apparaissent relativement élevés dans notre étude. Conformément aux théories de Best (1995) et Flege (1995) qui portent sur les erreurs de classement des sons de la langue non-native (cf. Chapitre I), et vu le type de confusion perceptive entre les voyelles non-natives et les voyelles postérieures existant dans les deux langues comparées, les scores de discrimination de /y/ et /ø/ de notre échantillon italoophone seraient attendus bien plus faibles en contraste postérieur.

retenues, en tout cas étaient traitées comme 'Différent' de cette référence. Bien que ces voyelles soient théoriquement identifiables sous la même étiquette phonologique /u/, elles diffèrent légèrement acoustiquement l'une de l'autre, ce qui pourrait expliquer en partie que l'élément acoustique [u] français ne soit pas reconnu par les italophones comme l'élément acoustique [u] italien. C'est pourquoi Flege (1987) parle de voyelles « similaires » plutôt qu'« identiques », et auxquelles pourraient correspondre deux symboles phonétiques différents comme suggéré par Vaissière (2007) et Gendrot *et al.* (2008) et comme suggéré par les résultats de notre analyse contrastive entre français et italien (cf. Section II.3.2). Une hypothèse serait donc que ces différences de valeurs moyennes pour F_1 et surtout F_2 entre les deux langues pourraient être à l'origine d'une mauvaise reconnaissance par les italophones de la catégorie /u/ chez notre locutrice, entravant le bon étiquetage de la référence, ses occurrences et sa comparaison aux réalisations appartenant à la catégorie non-native /y/. Une autre hypothèse est, qu'après l'écoute de la référence /u/ émise par notre locutrice, les apprenants mémorisent sur le long terme un prototype de /u/ italien ou propre à leur système phonétique, item acoustiquement différent de celui entendu en début de test. De là découleraient leurs erreurs, puisqu'ils compareraient tout au long du test les items de /u/ prononcés par la locutrice et correspondant à une référence non mémorisée au prototype stocké en mémoire correspondant à celui de la catégorie italienne. C'est pourquoi, même si ces observations montrent combien les catégories phonologiques ne sont pas superposables d'une langue à l'autre, nous estimons que notre expérimentation pourrait être renouvelée en s'assurant que les références sont toujours bien reconnues et retenues des sujets, et d'autant plus dans le cas de sons acoustiquement similaires.

Pour éviter les scores plafond et la tâche acoustique au profit d'une tâche phonologique, une autre possibilité encore serait d'explorer la discrimination de la voyelle cible à travers l'émission, non plus de structures CV, mais de mots et de non mots mono et bisyllabiques. Nous avons choisi dans le protocole initial de ne pas émettre de voyelles isolées parce que Greenberg (1999) a montré que la coarticulation a un effet facilitateur sur la discrimination des voyelles, en raison de la diminution des possibilités de variations de réalisation et parce que des études ont montré que la reconnaissance de la parole dépend d'indices dynamiques plutôt que statiques (Liénard, 1972 ; Fox, 1989 ; Sawusch, 1996 ; Traunmüller, 1999 ; Amelot, 2004 ; Al-Tamini, 2007). De plus, la structure CV nous semblait avantageuse pour complexifier la discrimination des voyelles cibles comparativement à une structure lexicale parce que l'étude de French et Steinberg (1947) a montré qu'un segment est plus facilement identifiable inséré à une phrase ou à un mot isolé, plutôt qu'en syllabe seule. Les scores pour /y/ sont pourtant très élevés pour des auditeurs censés traiter la voyelle cible comme 'Différente' de /i/ et 'Similaire' à /u/. Une possibilité expérimentale pourrait donc être d'utiliser des mots (comme l'ont fait par la suite Burfin *et al.* (2011), mais de bruiteur ou de dégrader les signaux acoustiques comme suggéré par Kivistö-de Souza et Mora (2014), même si des études montrent que le signal de parole est, grâce à des redondances intrinsèques, robuste à des détériorations (Studdert-Kennedy 2002 ; Paire-Ficout *et al.*, 2003 ; cf. Section I.1.2) et que les voyelles sont les segments les plus utilisés pour reconstruire le sens linguistique dans des situations acoustiques perturbées (Fónagy et Fónagy, 1966). Un tel protocole aurait en outre le mérite d'approcher une situation de parole naturelle, paramètre fort intéressant dans une perspective FLE.

Enfin, les réponses au questionnaire sociolinguistique et les observations des comportements et des réflexions des sujets pendant et après les passations expérimentales suggèrent qu'il conviendrait à la fois que l'enquêteur/expérimentateur soit natif de l'italien et que les participants ne soit pas mis au courant de la langue observée dans l'expérience. L'objectif serait de diminuer le risque que les sujets recourent consciemment ou inconsciemment aux connaissances théoriques sur les typologies phonético-phonologique de la langue testée, qui nous a semblé être une stratégie utilisée par de nombreux enquêtés.

III.4.2.5 Une consigne à modifier ?

- ***L'interprétation et le respect de la consigne***

Enfin, il est légitime de se demander si, simplement, les différences de scores pourraient être non pas liées à une stratégie cognitive consciente ou inconsciente de la part des sujets, mais plutôt à une différence d'interprétation de la consigne. C'est ce que suggèrent les mauvais scores de discrimination, notamment en contraste /i/, où les scores plafonds sont pourtant nombreux. Il est toutefois possible d'admettre que ces résultats sont compatibles avec une bonne compréhension de la consigne et correspondraient à une tâche consciencieuse et dans laquelle les sujets auraient bien perçu la différence acoustique entre [y] et [u] ou [y] et [i] mais auraient considéré qu'effectivement, [y] pourrait être un exemplaire acceptable (quoique de qualité médiocre) d'une catégorie native. De toutes les façons, les temps de réaction plus longs chez les individus naïfs et intermédiaires ayant effectué une tâche phonologique serait un résultat attendu. Mais les analyses descriptives et inférentielles que nous avons menées sur le lien entre temps de réaction (rapidité de réponses) et scores de réussite ne permettent aucune conclusion dans ce sens.

- ***L'intérêt de la consigne de rapidité***

Quant à savoir si les réponses auraient été plus homogènes s'il n'y avait pas eu de consigne de rapidité, les arguments peuvent faire débat. S'il n'est pas impossible qu'une telle consigne ait conduit les participants à effectuer une tâche d'ordre acoustique (afin de gagner du temps), son absence aurait certainement faussé le type de tâche mnémotechnique (cf. plus haut les raisons).

- ***Le choix fermé et le nombre d'étiquettes***

À propos de la consigne toujours, il serait intéressant d'étudier le comportement des sujets en s'appuyant sur le modèle de Flege (cf. Section I.1.4.3). À la classe 'Semblable' et 'Différent' serait ajoutée la case 'Nouveau'. Dans le protocole actuel, /y/ devait être traité selon un choix binaire de type Yes/No, (1) soit comme 'Différent', autrement dit comme une catégorie autre que celle de référence mais existant dans la langue maternelle, ou comme une catégorie nouvelle sans équivalent acoustique dans la langue maternelle du sujet, (2i) soit comme 'Semblable', c'est-à-dire, comme une allophone de /u/ italien. Nous voyons que la classe 'Différent' regroupe deux types de traitement, rendant difficile l'observation de la catégorisation, et rendant possible seulement la discrimination 'pareil vs différent'. Or nous avons remarqué, à travers les scores élevés de nos sujets, que /y/ n'est pas complètement assimilé à /u/. L'ajout d'une troisième classe intitulée 'Nouveau' pourrait mettre en exergue la compétence des participants à classer sous cette étiquette les sons traités comme des réalisations trop mauvaises pour être considérées allophones de l'une des catégories de leur langue maternelle.

III.4.2.6 La question d'exploiter des éléments dissociés et isolés pour observer l'effet de la musique

Après avoir observé l'absence d'effet de la durée et de la hauteur sur la discrimination de voyelles, la question est de savoir si l'on peut toujours parler de musique alors que les paramètres ont été dissociés. Il faut envisager l'hypothèse que des effets facilitateurs de certains paramètres de la voix chantée ne soient observables que dans leur association, ou encore que l'origine des effets ne soit pas identifiable par ce type d'expériences ou qu'elles ne se réduisent pas à des caractéristiques intrinsèques à la voix chantée. Les travaux de Liégeois-Chauvel *et al.* (1998) ont montré que les paramètres de durée et de hauteur servent à la reconnaissance de l'*input* perceptuel et à sa classification comme élément musical ou élément parlé. Peretz *et al.* (1994) ont cependant trouvé que, pour être traités comme du chant plutôt que comme de la parole, des items sonores doivent subir des modifications temporelles très rapides, suggérant que la vitesse et le changement (donc la dynamique) sont des indices nécessaires. Une prolongation de cette étude pourrait consister à observer le rôle de la hauteur et de la durée associées et alternées comme cela existe en musique. Un stimulus correspondrait alors à un ensemble CV.CV.CV, où chaque syllabe consisterait en une durée et une hauteur spécifique. De plus, le protocole devrait comparer des trinômes émis à différents *tempi* et dans lesquels chaque syllabe CV subirait des durées variées. Ainsi, le trinôme ressemblerait davantage à une unité musicale puisqu'il serait un *tout* dynamique (cf. Section I.2.2.3). En fait de quoi, il y aurait alors un rapprochement à faire avec la reconnaissance des sons de parole, étant donné que des travaux ont montré que la récupération d'indices acoustiques s'appuie sur des informations dynamiques plutôt que statiques (cf. plus haut).

Une autre question est de savoir si la perception de la hauteur et de la durée peut être comparée à la perception d'une mélodie... Ainsi, observer la durée et la hauteur dissociées comme proposé dans ce protocole en perception semble ne pas correspondre à ce schéma dynamique et chacun de ces éléments dissociés l'un de l'autre ne permet pas de mettre en évidence le rôle de la voix chantée sur la compétence de discrimination des voyelles. Un protocole complémentaire pourrait ainsi être construit sur le modèle de celui de Schön *et al.* (2008) où l'effet de la musique sur la reconnaissance des syllabes est observé dans sa globalité. La recherche des indices responsables de la meilleure réussite de la tâche correspondrait alors à une étape de recherche ultérieure, à mettre en place après que la musique a été identifiée comme facteur responsable des meilleurs résultats, ou par volonté de tester séparément l'effet de chaque indice.

Dans le présent chapitre a été présentée une démarche expérimentale visant à chercher des premiers éléments de réponses sur le rôle de la voix chantée pour la perception de voyelles non-natives. Notre intérêt était de mieux cerner le rôle de paramètres intrinsèques à la voix chantée sur la discrimination de voyelles non-natives. Dans le prochain chapitre (Chapitre IV), nous nous proposons de résumer un travail concernant le rôle d'une méthode d'enseignement-apprentissage incluant la voix chantée pour la production de voyelles non-natives. Cette étude a pour différence majeure avec l'étude en perception, d'avoir été conduite dans un contexte didactique naturel et longitudinal.

Chapitre IV

Effet d'une méthode de correction phonétique incluant le travail en voix chantée sur l'évolution des espaces acoustiques vocaliques

Le postulat de la R.A. est une sorte de paradoxe : c'est en acceptant de mourir en chercheur et en acceptant de mourir comme praticien que l'un et l'autre deviennent vraiment. Plus explicitement, devenir vraiment chercheur, c'est être chercheur-praticien et devenir vraiment praticien c'est être praticien-chercheur.

Jouy Chelim, A. (1983). *Les paradoxes de la recherche-action*. Colloque de l'A.E.C.S.E., Actes, 229.

Les deux chapitres précédents ont été consacrés à la présentation des systèmes vocaliques de locuteurs italophones testés dans nos études consacrées à l'apport de la voix chantée dans l'enseignement-apprentissage du FLE d'une part (Chapitre II), et à l'observation de l'effet de l'acuité de l'entourage consonantique, de la durée vocalique et de la fréquence fondamentale sur la discrimination des voyelles du français /y/ et /ø/ absentes du système vocalique natif des italophones d'autre part (Chapitre III).

Dans le présent chapitre, nous présentons une étude conçue en vue de contribuer aux travaux décrits dans le chapitre I (cf. Section I.4) sur le rôle favorable de l'interdisciplinarité sur les processus d'apprentissage, et en particulier l'apprentissage de la musique pour accroître la compétence de production en phonétique d'une langue étrangère. Des études longitudinales se sont intéressées au rôle de la musique et de la chanson sur l'apprentissage phonétique suprasegmental (Morgan, 2003 ; Magne *et al.*, 2004 ; 2006), parfois segmental (Fish, 1984 ; Karimer, 1984 ; Konopczynski, 1987 ; Arleo *et al.*, 1997 ; Ritt-Cheippe, 2010 ; Degé et Schwazer, 2011 ; Sadakata et Sekiyama, 2011), mais aucune étude n'a traité, à notre connaissance, l'effet de la voix chantée sur l'apprentissage segmental. Pourtant, nous avons montré que des didacticiens et des chercheurs suggèrent un possible effet favorable du chant – utilisé comme support – sur la discrimination phonétique, la conscientisation phonologique, la proprioception et le contrôle des gestes articulatoires. La voix chantée, comme outil et pas uniquement comme support à l'intégration phonétique, n'a a priori pas fait non plus l'objet de publications scientifiques, et encore moins dans un contexte global où le travail en voix chantée ou relatif à son usage, serait inclus dans une méthode de phonétique corrective. Une partie des travaux présentés dans le premier chapitre suggère pourtant que le travail en voix chantée, avec les activités qui y sont liées, pourrait améliorer les apprentissages phonétiques. C'est pourquoi il s'est agi dans notre travail de recherche, par le biais d'une étude s'apparentant à une étude globale et longitudinale, de comparer les effets sur la progression en production de voyelles non-natives d'une méthode de correction phonétique incluant l'outil chanté et d'une méthode de français langue étrangère plus conventionnelle n'exploitant pas la voix chantée.

- Hypothèse Générale

(HGa) Les réalisations vocaliques sont plus proches de celles attendues en langue cible à la fin de la formation phonétique chez l'ensemble des participants.

(HGb) La progression est plus importante chez les membres du groupe expérimental que chez les membres du groupe témoin.

De là, découlent un ensemble d'hypothèses opérationnelles.

- (Ho1) En fin de formation phonétique, les centres de gravité des voyelles du français ont des valeurs plus proches de ceux observés en langue cible. Notamment, le centre de gravité spectral de /i/ observé en F_2/F_3 en italien évolue vers F_3/F_4 comme attendu en français. Le centre de gravité spectral de /y/ se met quant à lui en place en F_2/F_3 . On attend donc une élévation de la valeur moyenne de F_3 pour /i/ et une diminution de cette même valeur moyenne pour /y/. On s'attend également à une distance diminuée entre F_1 et F_2 pour /u/.

- (Ho2) Concernant les voyelles non-natives /y/ et /ø/, le recouvrement entre ellipses de dispersion et la distance entre centroïdes (1) diminue entre les voyelles antérieures arrondies et postérieures, (2) augmente entre les voyelles antérieures non arrondies et les voyelles antérieures arrondies, (3) également augmente entre les voyelles antérieures arrondies elles-mêmes. On s'attend aussi à ce que les dispersions des aires de /y/ et /ø/ diminuent.
- (Ho3a) Concernant les voyelles communes en langue de départ et en langue cible /i e o u/, le taux de recouvrement entre les ellipses de dispersion diminue chez les deux groupes afin de céder de la place aux phonèmes non-natifs. Ainsi, une réorganisation du système s'effectue au niveau des ellipses de dispersion des voyelles communes aux deux systèmes.

Pour toutes les hypothèses, nous prédisons des effets plus marqués chez le groupe expérimental.

IV.1 Matériel et méthode

IV.1.1 Base de données

Pour mesurer les effets supposés du travail en voix chantée sur les compétences de production de phonèmes du français langue étrangère, un paradigme expérimental inspiré d'études que nous avons menées en 2006 et 2008 a été conçu (Cornaz, 2006 ; 2008). Pour observer l'effet de la pratique chantée sur l'apprentissage du français et pour comparer l'impact des deux méthodes de phonétique corrective exploitées de façon intensive et longitudinale sur l'apprentissage segmental, deux groupes d'étudiants italophones aux caractéristiques sociolinguistiques similaires ont été constitués. Au premier groupe, qui correspond au groupe témoin, a été dispensé un enseignement traditionnel de phonétique corrective, tel que ceux proposés par les didacticiens du Français Langue Étrangère (Abry et Veldeman-Abry, 1997 ; Abry et Chalaron, 1994 ; 2009 ; 2011 ; Kaneman-Pougatch et Pedoya-Guimbretière, 1989 ; Pour exemple, cf. Annexe VIII). Le second groupe, correspondant au groupe expérimental, a reçu un enseignement phonétique conçu sur la même base traditionnelle⁷⁹, mais complété d'une pratique en voix chantée (cf. Annexe VIII et Chapitre V), sur une durée de formation toutefois égale. À cet effet, ont été retenues des propositions de professionnels de la voix (cf. Chapitre I).

Pour les mêmes raisons que dans l'étude de perception et de production (cf. Chapitre II et Chapitre III), notre intérêt se porte sur les voyelles, et en particulier sur la voyelle antérieure arrondie fermée /y/ et la voyelle antérieure arrondie mi-fermée /ø/ absentes du système phonologique des variantes de l'italien de nos sujets.

Un corpus évaluatif a été imaginé en vue de connaître les niveaux initial (*pré-test*) et final (*post-test*) des sujets en langue cible : le français. L'objectif des tests est d'analyser les changements acoustiques concernant les réalisations des voyelles antérieures fermées et mi-fermées arrondies /y/ et /ø/ selon le type de formation reçue. Afin de mieux situer ces réalisations dans l'espace acoustique vocalique de chaque sujet ont été ajoutées au

⁷⁹ Le terme *traditionnelle* est utilisé dans le sens de *conventionnelle* ou *habituelle*. Il n'y a aucun rapprochement lexical avec l'emploi dans l'expression *méthodologie traditionnelle*.

corpus les deux voyelles cardinales extrêmes de l'espace acoustique /i/ et /u/, ainsi que les voyelles mi-fermées antérieure non arrondie /e/ et postérieure arrondie /o/ communes aux deux langues.

Comme pour l'italien et pour les raisons expliquées dans le chapitre II (cf. Section III.2.2.1)⁸⁰, un protocole de lecture de phrases a été retenu. Un diaporama comprenant trois tâches de lecture, chacune associée à un modèle spécifique de phrases-porteuses, a été proposé. Deux de ces tâches correspondent à celles de l'italien. L'orthographe française, associée à quelques indications en symboles API, a été choisie pour deux raisons. L'objectif était de faciliter l'identification des phonèmes à prononcer pour les locuteurs n'ayant jamais été en contact avec le français, mais ayant assisté à des cours de phonétique durant leurs études. L'intérêt était aussi de limiter les risques d'interférence orthographique, dans la mesure où certains graphèmes communs aux deux langues (en particulier certains digrammes) ne relèvent pas de la même prononciation. Les trois tâches sont présentées ci-dessous, mais seuls les résultats recueillis pour la première tâche sont rapportés dans ce manuscrit de thèse.

- La première tâche consistait en la lecture de **phrases-porteuses de type « t'as dit C₁V₁C₁V₁ toi »**. Le non-mot pouvait être formé à partir des 6 voyelles fermées et mi-fermées du français /i e y ø o u/ et des 5 consonnes /p t k s ʃ/. Chaque stimulus ainsi obtenu était répété quatre fois avant d'être distribué en ordre aléatoire. Par conséquent, les 120 phrases ont permis d'obtenir 240 voyelles par sujet.
- La deuxième tâche est une lecture du **texte *La Bise et le Soleil***⁸¹ qui contient les dix voyelles orales du français. Selon les habitudes de prononciation du locuteur, le corpus résultant contient entre 116 et 152 voyelles.
- La troisième et dernière tâche était constituée de **phrases-porteuses du type : « V₁, t'as dit V₁, V₁ comme dans CV₁ »**, le dernier mot étant porteur de sens. Seules les trois premières voyelles sont observées pour les analyses. La voyelle pouvait être /i e a ø y o u/. Chaque phrase était répétée 15 fois. 105 phrases ont ainsi été proposées en ordre aléatoire, pour un total de 105 phrases x 3 V = 315 voyelles par sujet.

⁸⁰ À cela près que la tâche de dénomination d'images en langue cible n'est pas apparue appropriée du fait de la diversité des compétences en français chez les participants, laquelle diversité aurait pu porter à des lacunes ou à des divergences de choix de vocabulaire (cf. Manco, 2006).

⁸¹ *La bise et le soleil se disputaient, chacun assurant qu'il était le plus fort, quand ils ont vu un voyageur qui s'avavançait, enveloppé dans son manteau. Ils sont tombés d'accord que celui qui arriverait le premier à faire ôter son manteau au voyageur serait regardé comme le plus fort. Alors, la bise s'est mise à souffler de toute sa force mais plus elle soufflait, plus le voyageur serrait son manteau autour de lui et à la fin, la bise a renoncé à le lui faire ôter. Alors le soleil a commencé à briller et au bout d'un moment, le voyageur, réchauffé a ôté son manteau. Ainsi, la bise a dû reconnaître que le soleil était le plus fort des deux.*

IV.1.2 Contexte d'investigation et dispositif de recueil des données

Comme pour l'étude en italien (cf. Chapitre II), les observations ont été menées dans le Piémont italien à l'Université de lettres, de langue et de droit de la ville de Turin, où les candidats étudiaient. La situation endolingue a été privilégiée afin de contrôler le temps d'exposition des sujets à la langue française durant l'expérimentation longitudinale.

16 locuteurs italophones ont participé à l'étude (moyenne d'âge = 23 ± 8 ans, entre 19 et 51 ans). Le groupe expérimental était composé de 5 femmes et 2 hommes (moyenne d'âge = 26 ± 11 ans, entre 20 et 51 ans). Le groupe témoin était composé de 8 femmes et 1 homme (moyenne d'âge = 20 ± 2 ans, entre 19 et 24 ans). Les résultats portent sur les productions de 5 des 7 sujets du groupe expérimental et de 7 des 9 sujets du groupe témoin. Les enregistrements sont manquants au pré-test pour trois des quatre participants et à la tâche CVCV du pré-test pour le quatrième sujet (sujet LF10_C)⁸². L'indice « _C », accolé à l'identité de certains sujets, est utilisé comme initiale du mot « chant ». Il précise l'appartenance d'un sujet au groupe expérimental.

Les caractéristiques sociogéographiques et phonético-linguistiques ont été renseignées par chaque participant dans un questionnaire semblable à celui évoqué dans le chapitre III (cf. Section III.1.3) et présenté Annexe IX. Les participants ont donc évalué eux-mêmes leur niveau de français oral. Selon les critères d'évaluation proposés dans le CECRL (Conseil de l'Europe et Comité de l'éducation, 2001), les niveaux auto-évalués s'échelonnaient de A0 (grands débutants) à B2 (intermédiaires-avancés) dans chaque groupe. Également, de façon à ne pas perturber l'interprétation des résultats du groupe expérimental qui a reçu un enseignement incluant la musique, les étudiants ayant pratiqué la musique dans un cadre extra-scolaire, même à un niveau élémentaire, ont été systématiquement orientés vers le groupe témoin. Aucun des sujets retenus pour les expériences n'a affirmé souffrir de trouble auditif ou langagier, les éventuels défauts de vision étaient corrigés.

Les sujets étaient volontaires et ont reçu des gratifications différentes selon leur cursus universitaire. Ceux inscrits en cours de linguistique ont bénéficié de deux crédits universitaires. Ceux inscrits en cours de civilisation du français ont obtenu la suppression d'un devoir maison. Notons que tous ont accueilli la formation gratuite de phonétique corrective comme la meilleure compensation.

Les modalités de passation et le matériel d'enregistrement utilisés étaient les mêmes que ceux spécifiés dans le chapitre II (cf. Section II.2.2.2) à ceci près : la durée totale de chacun des tests pré et post-formation était au maximum d'1 heure. La durée intégrale de l'expérience était cependant de douze heures, puisqu'en plus des 2 heures de test, chaque sujet avait l'obligation de s'engager d'une part, dans une formation phonétique de 8 heures sur des plages horaires et jours imposés, et d'autre part, dans 2 heures de tests en perception du français et de l'italien⁸³. Les huit heures de formation phonétique ont été dispensées dans des salles de taille variable, à raison de deux séances de deux heures les lundi, mardi, jeudi et vendredi d'une même semaine. Les

⁸² Le recueil des données a été limité par défaillance matérielle.

⁸³ Ces tests ne sont pas présentés dans le manuscrit de thèse.

enregistrements ont eu lieu dans des lieux calmes : salle de réunion, chambre sourde, salle de classe ou laboratoire de langue multimédia.

IV.1.3 Analyse

À notre connaissance, il n'existe pas de systèmes automatiques de reconnaissance vocale stables permettant de faire correspondre des modèles entraînés et des réalisations de parole non-native. Des recherches actuelles visent toutefois à en développer (Orosanu *et al.*, 2012 ; Ping, 2008). La parole enregistrée a donc été segmentée et étiquetée manuellement sous *Praat 5.3.14* (Boersma et Weenink, 2009). Le début et la fin du tracé formantique des voyelles ont été écartés afin d'éviter les variations de valeurs dues aux effets de coarticulation (Figure IV.1).

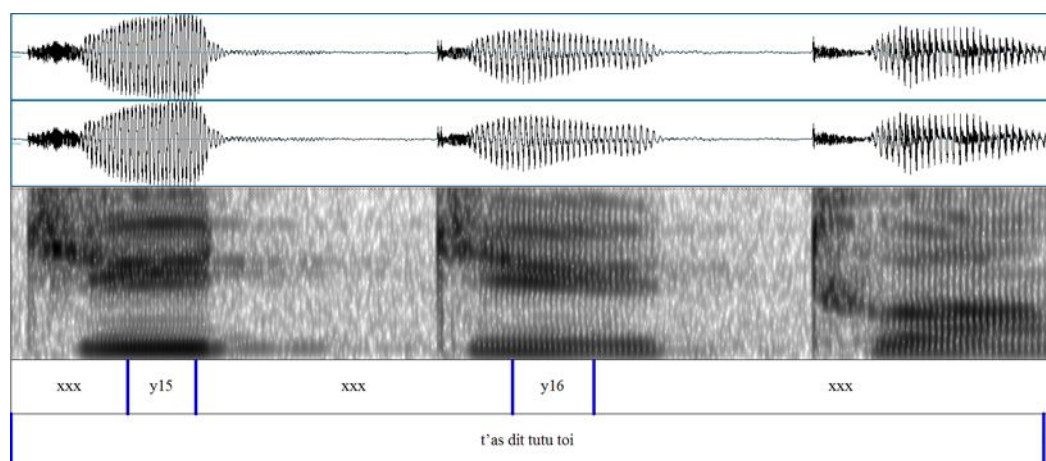


Figure IV.1 Alignement et étiquetage des voyelles [y] dans le pseudo-mot [tyty] (<tutu>) avec le logiciel Praat 5.3.14.

Les signaux de parole ont été rééchantillonnés à 11 KHz sous *Praat* afin d'améliorer la mesure des valeurs de formants dans le spectre acoustique des voyelles (absence de recherche de pôles au-delà de 5.5 kHz). Les quatre premières fréquences de résonance F_1 , F_2 , F_3 , F_4 des voyelles /i e a y ø o u/ ont été mesurées automatiquement à partir de la moyenne des valeurs de formants relevées sur cinq points de la partie stable, 12 %, 25 %, 50 %, 75 %, 88 % (pour plus d'explications sur ce choix, cf. Harst, 2011) avec les logiciels *Praat* et *MATLAB 8.0*. L'analyse formantique automatique appliquée aux signaux étiquetés était basée sur la technique de prédiction linéaire par auto-corrélation (LPC, d'ordre 9/11/13). La valeur du formant a été recherchée à partir de cinq analyses LPC, consistant d'abord en une présélection des formants possibles pour cette voyelle, ensuite en une sélection du "meilleur" formant par médiane pondérée sur les largeurs de bande.

Afin de mieux cerner les types de confusion entre voyelles non-natives et voyelles natives, différents calculs de mesure ont été effectués à partir de *MATLAB* et *Excel* pour observer les systèmes vocaliques des sujets puis comparer la taille et le type de progression entre le pré-test et le post-test entre les (groupes de) sujets. Ont été :

- Relevés les valeurs moyennes et écarts types moyens des quatre formants F_1 , F_2 , F_3 et F_4 pour chaque catégorie de voyelle orale ;

- Représentées les réalisations vocaliques au moyen de projections sur deux axes avec ellipses et nuages de points ;
- Mesurés les recouvrements entre ellipses de dispersion par paire de voyelles (i-y, i-ø, y-u, y-ø, u-o, o-ø, e-ø, u-ø⁸⁴) à la fois dans un plan monodimensionnel (F_1 , F_2 , F_3) avec l'équation de Welch (Welch, 1947) et dans un plan bidimensionnel (F_1/F_2 et F_2/F_3) via la distance de Bhattacharyya (Bhattacharyya, 1943). L'équation de Welch (t) est une adaptation du test t de Student qui permet de tester l'hypothèse d'égalité de deux moyennes avec deux échantillons de variances égales. La formule est la suivante :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

Dans cette formule, \bar{X} correspond à la moyenne d'un échantillon, S^2 à sa variance et N à la taille de l'échantillon.

La distance de Bhattacharyya (DB) mesure une distance entre deux distributions en tenant compte des variances de chacune. C'est une mesure statistique du recouvrement de deux ensembles d'échantillons calculée selon la formule :

$$D_B(p, q) = -\ln(BC(p, q))$$

où p et q correspondent aux distributions de probabilité discrète (ellipses de dispersion entre catégories de voyelles) et où BC est le coefficient de Bhattacharyya ;

- Observées les distances entre formants successifs pour chaque réalisation vocalique de deux façons :
 - via un calcul de différence de valeurs moyennes, et notamment F_2-F_1 pour /u/, F_3-F_2 pour /y/, F_4-F_3 pour /i/ ;
 - un calcul entre les mesures moyennes du locuteur et celles choisies pour références (dans ce travail, les valeurs de Calliope, 1989) comme le ratio entre :

$$\frac{[(F_{i_{sujet}} - F_{j_{sujet}})^{de /Voyelle V1/}]}{[(F_{i_{référence}} - F_{j_{référence}})^{de /Voyelle V1/}]}$$

où i représente la valeur moyenne du formant supérieur à j . Par exemple, i peut être F_4 et j F_3 . *Voyelle V1* correspond, pour chaque calcul, à l'une des réalisations vocaliques.

Une telle formule permet de normaliser par l'écart moyen cible (celui de Calliope, 1989) les mesures d'écart entre formants successifs produits par les locuteurs testés.

Les mesures ont été observées à l'aide des logiciels *Microsoft Excel 2007*, *SPSS 17.0.1*, et *Statistica Psychologie 8.7.0* en fonction des besoins de recherche⁸⁵.

⁸⁴ Les paires i-a, u-a, ø-a, e-a, o-a ne sont pas observées puisque la tâche de lecture des phrases CVCV ne contenait que des voyelles fermées et mi-fermées.

⁸⁵ Les quelques analyses statistiques qui ont pu être utilisées sont nécessairement de type non-paramétriques, en raison de l'absence de vérification de l'hypothèse d'homoscédasticité, condition en particulier due à la variabilité des productions inter-sujets et intra-sujets.

IV.2 De l'italien au pré-test de français : structure de l'interphonologie

IV.2.1 Productions des voyelles /i e o u/ en italien et au pré-test de français

Les résultats obtenus à la tâche CVCV pour le pré-test de français sont comparés à ceux de la tâche de phrases lues pour l'italien (cf. Chapitre II). Dans les deux tâches, les voyelles sont émises au sein de phrases porteuses, à un débit normal de parole et en contexte consonantique varié, avec $C = /p \ t \ k \ b \ d \ g \ l \ m \ n \ r \ v \ s/$ dans le corpus de phrases lues et avec $C = /p \ t \ k \ s \ f/$ dans le corpus de français. Seules les voyelles fermées et mi-fermées sont considérées. Pour l'italien, seules les voyelles toniques sont observées.

IV.2.1.1 Systèmes acoustiques vocaliques

Dans cette section, les Figures II.18 à II.29 (cf. Chapitre II) sont comparées aux Figure IV.2 à Figure IV.8 qui permettent de visualiser dans un plan F_1/F_2 les différences de structure des espaces acoustiques vocaliques en italien et au pré-test de français, produits par les mêmes locuteurs.

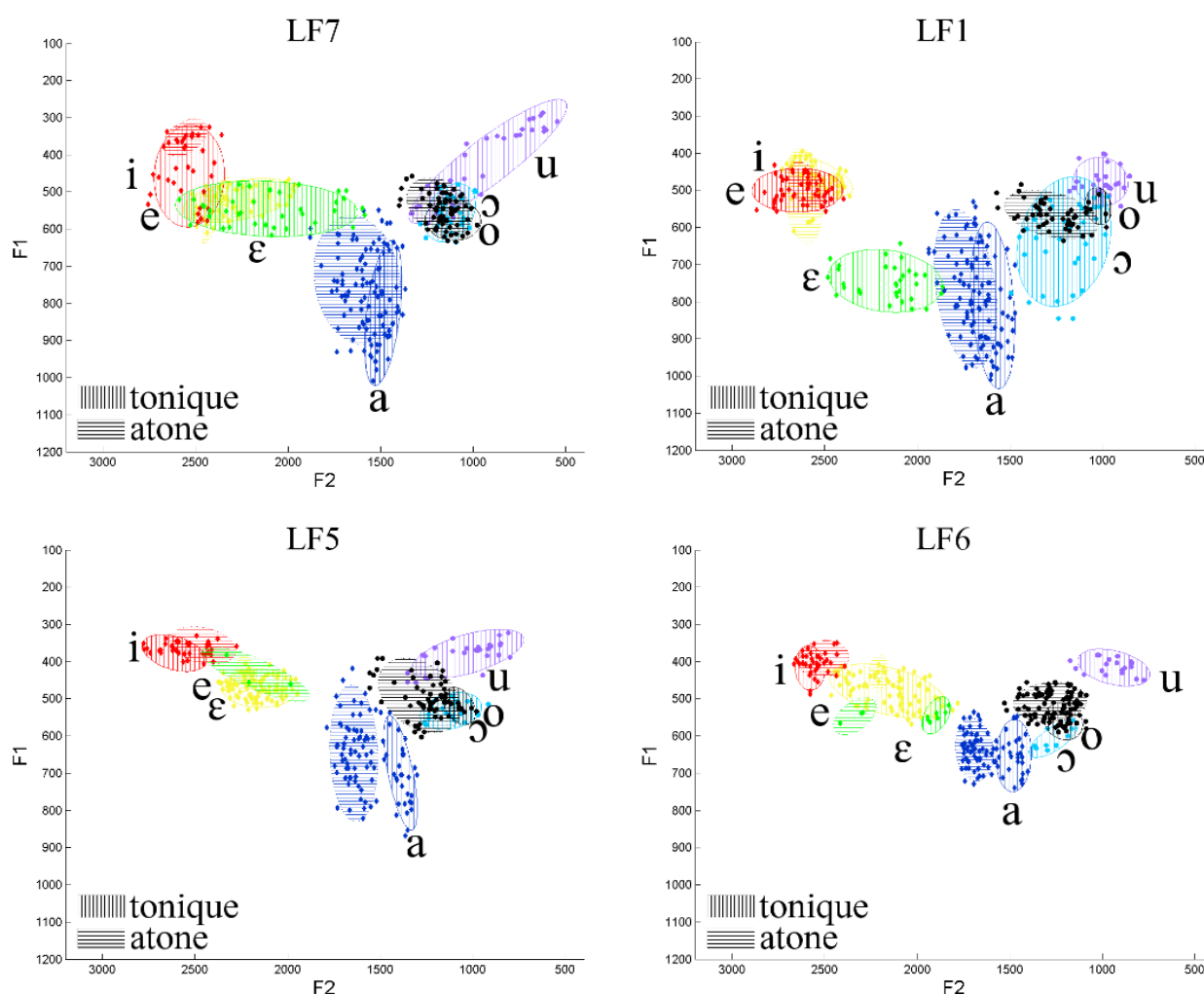


Figure II.17 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 5 voyelles, mesurés à partir du corpus de phases lues, pour les locutrices italophones LF1, LF5, LF6 et LF7.

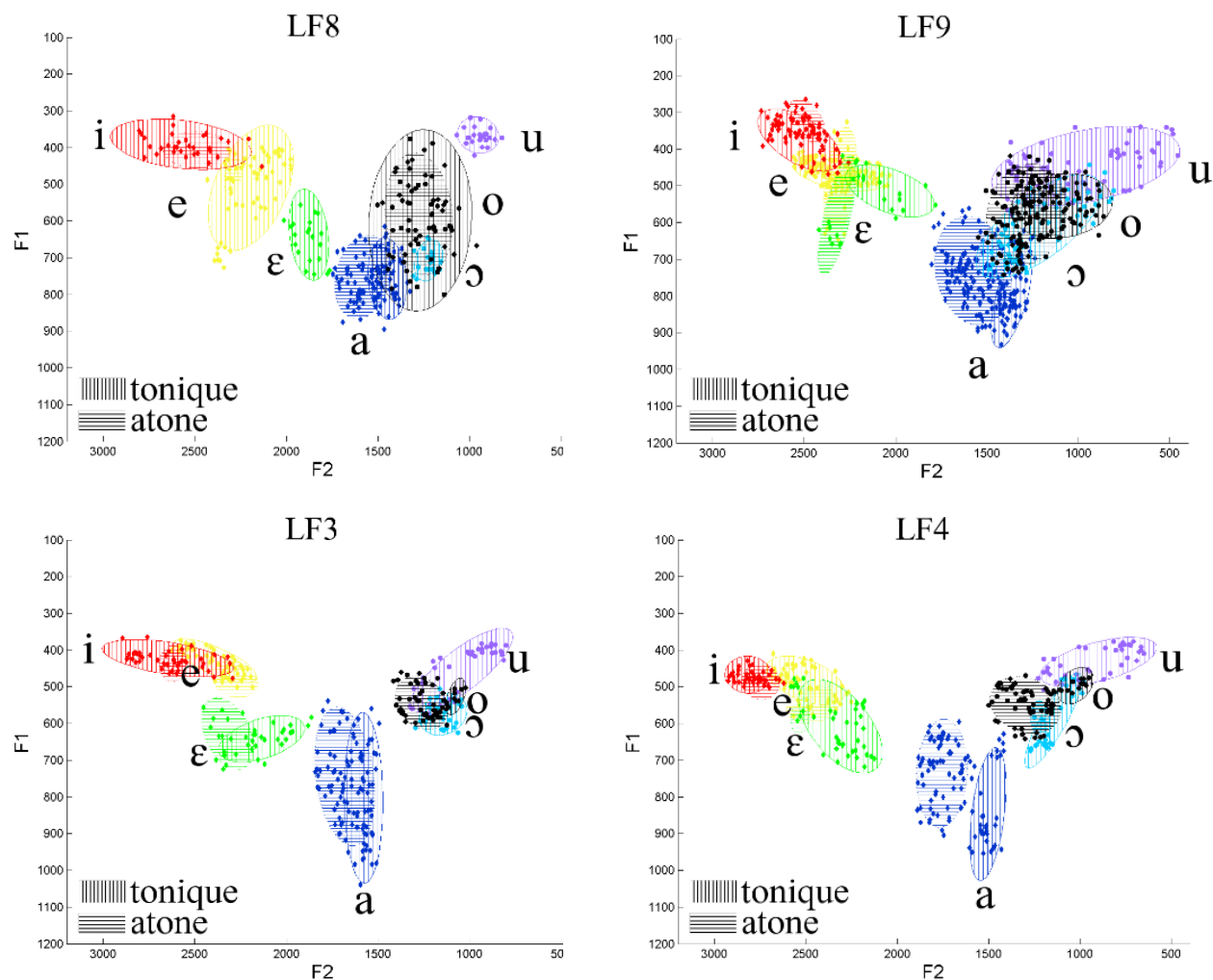


Figure II.18 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 6 voyelles, mesurés à partir du corpus de phases lues, pour les locutrices italophones LF3, LF4, LF8 et LF9.

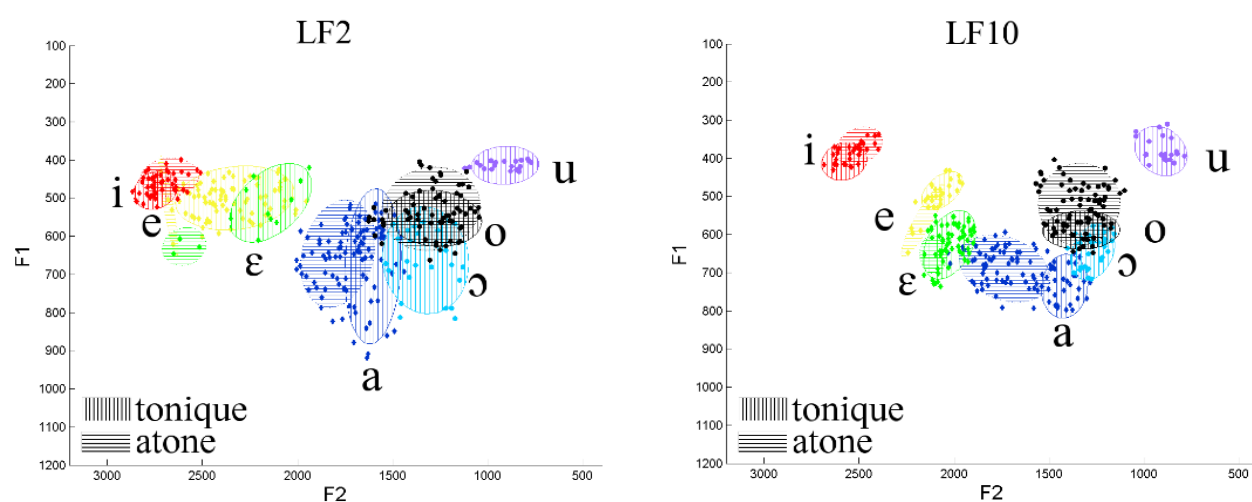


Figure II.19 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 7 voyelles, mesurés à partir du corpus de phases lues, pour les locutrices italophones LF2 et LF10.

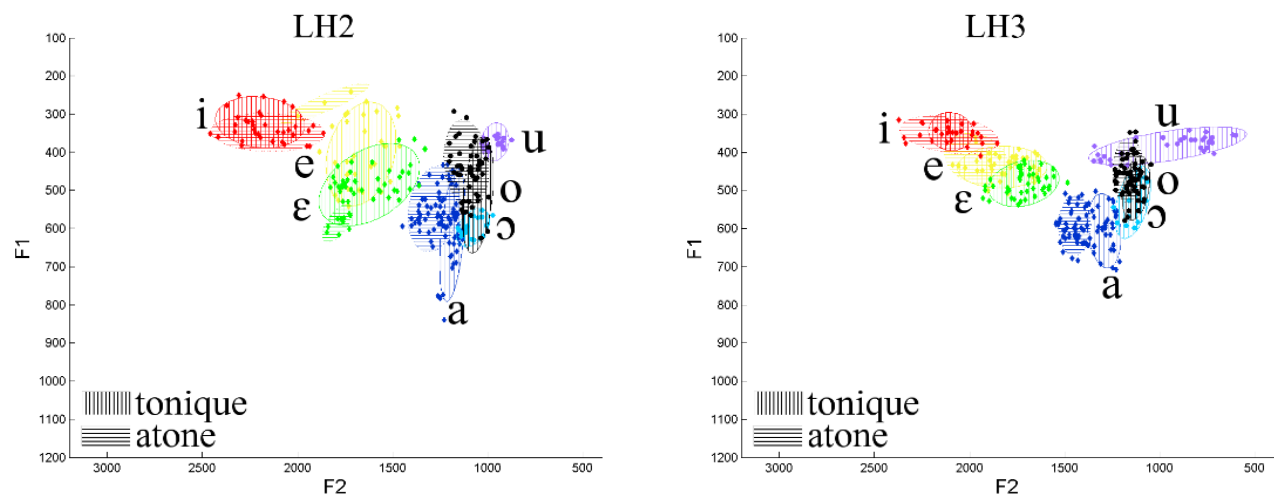


Figure II.20 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 6 voyelles, mesurés à partir du corpus de phases lues, pour les locuteurs italophones LH2 et LH3.

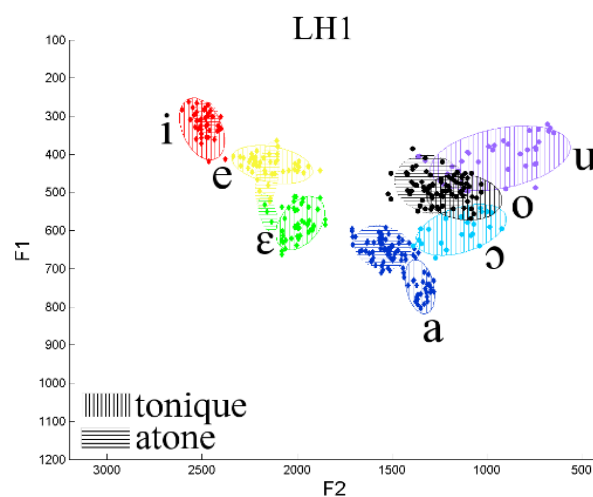


Figure II.21 Espace acoustique F_1/F_2 à 7 voyelles, mesuré à partir du corpus de phases lues, pour le locuteur italophone LH1.

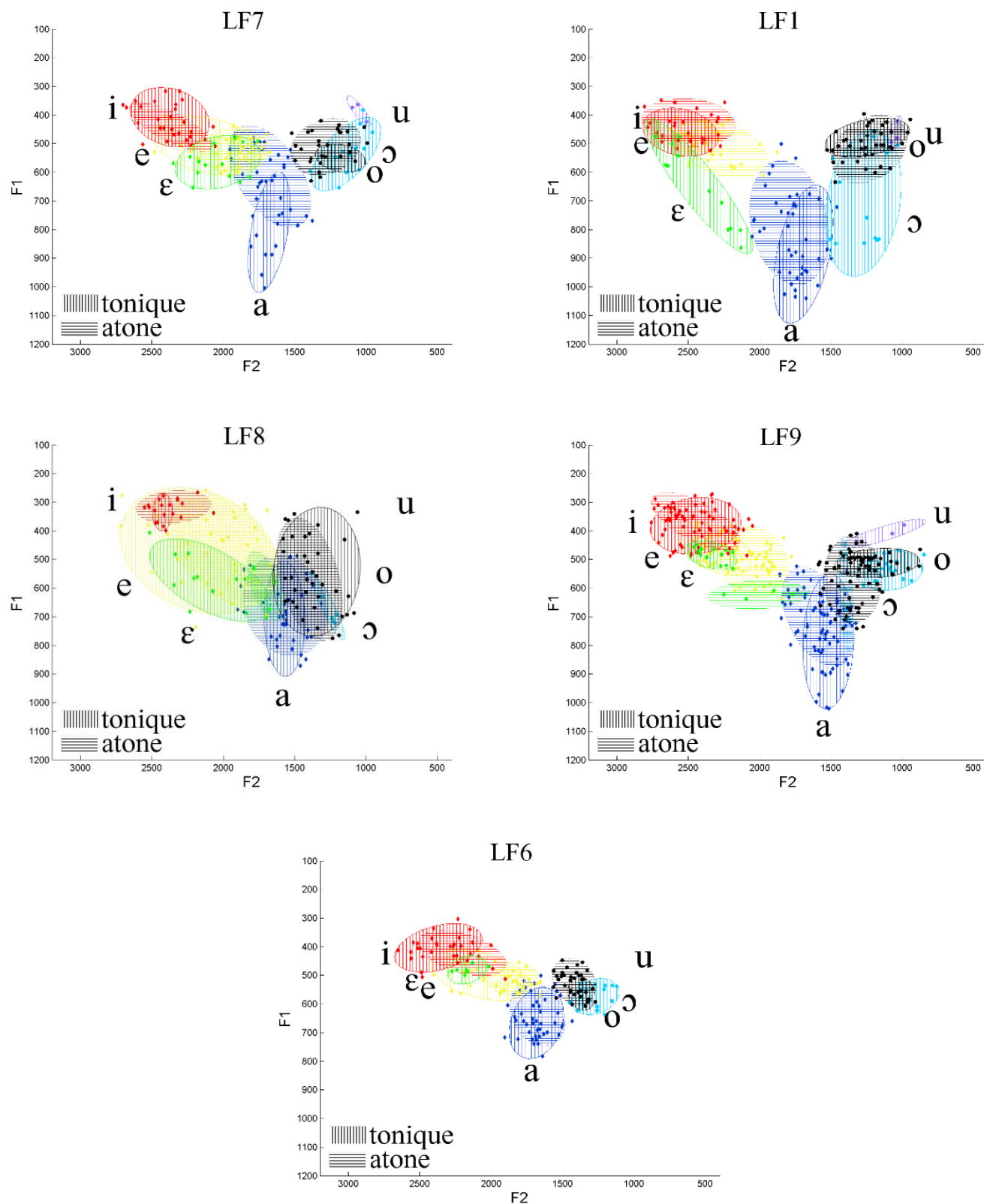


Figure II.22 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 5 voyelles, mesurés à partir du corpus du texte lu, pour les locutrices italophones LF1, LF6, LF7, LF8 et LF9.

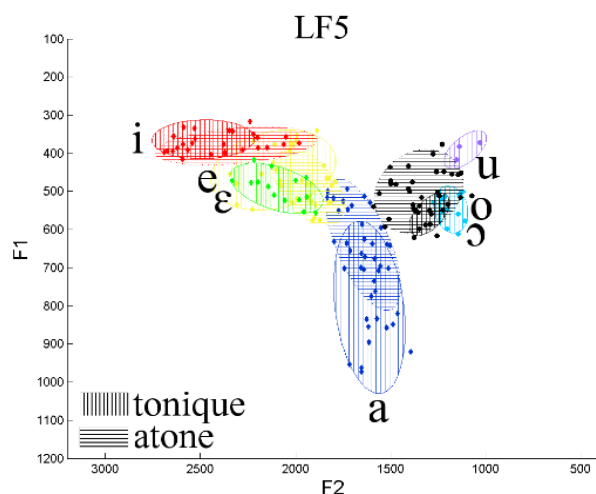


Figure II.23 Espace acoustique F_1/F_2 à 5 voyelles, mesuré à partir du corpus du texte lu, pour la locutrice italophone LF5.

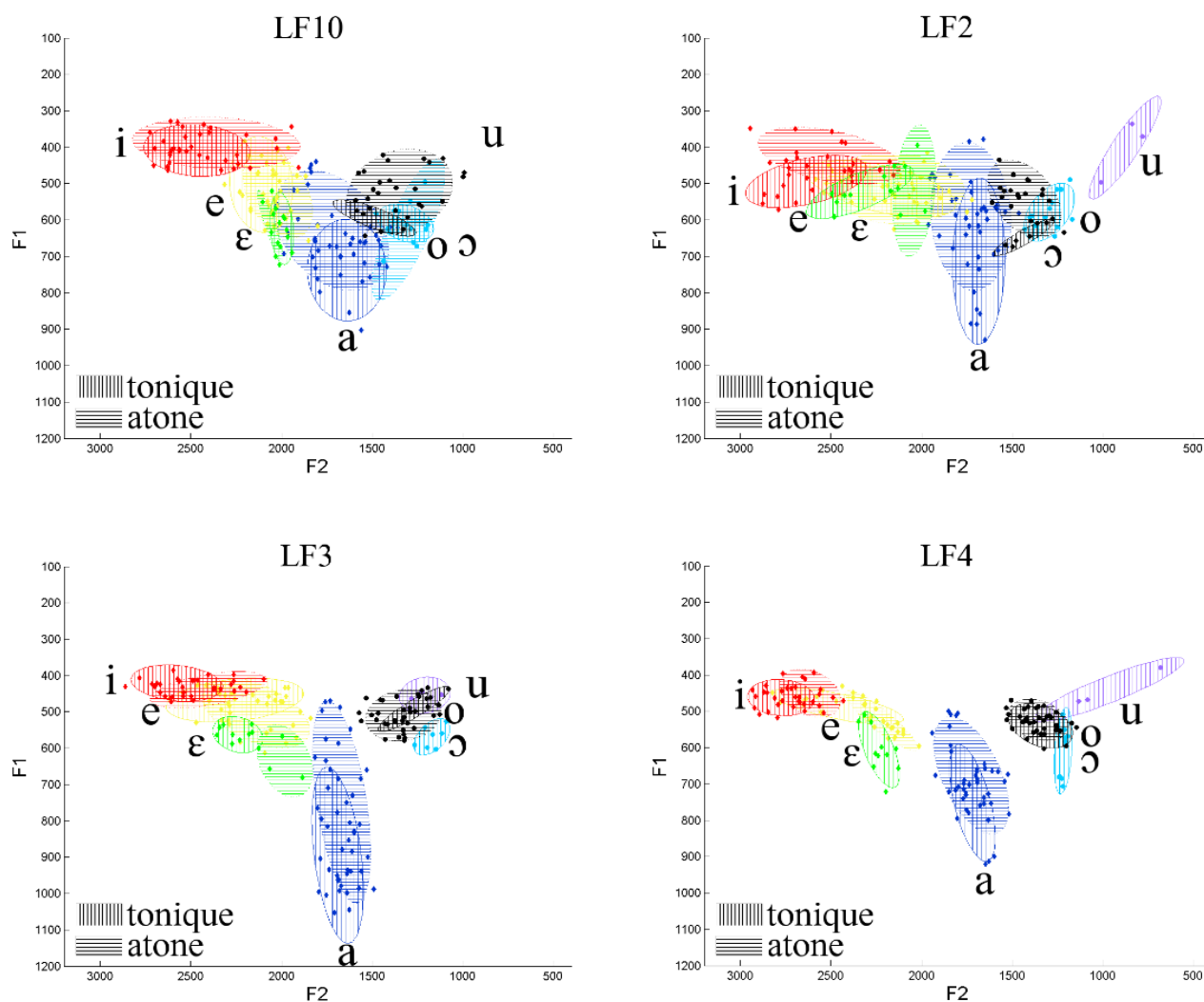


Figure II.24 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 7 voyelles, mesurés à partir du corpus du texte lu, pour les locutrices italophones LF2, LF3, LF4 et LF10.

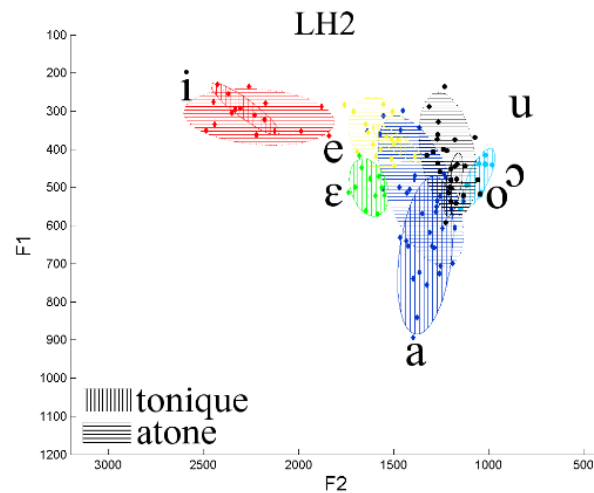


Figure II.25 Espace acoustique F_1/F_2 à 5 voyelles, mesuré à partir du corpus du texte lu, pour le locuteur italophone LH2.

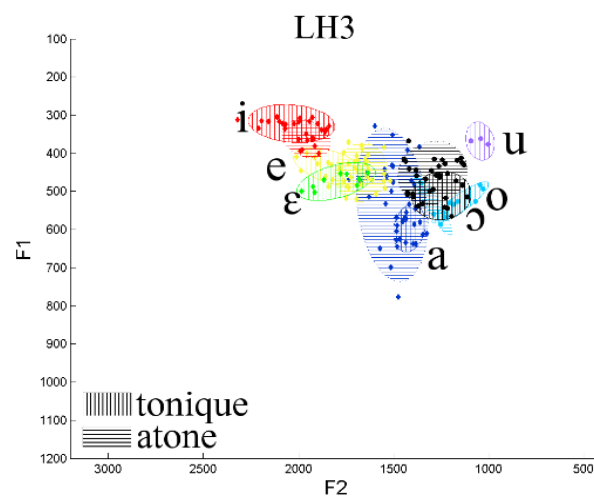


Figure II.26 Espace acoustique F_1/F_2 à 6 voyelles, mesuré à partir du corpus du texte lu, pour le locuteur italophone LH3.

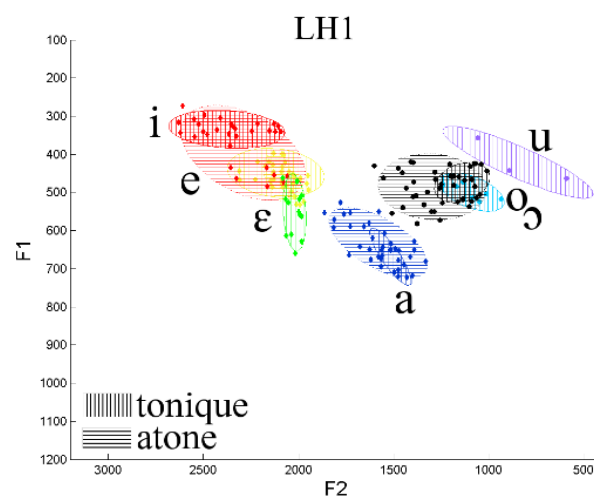


Figure II.27 Espace acoustique F_1/F_2 à 7 voyelles, mesuré à partir du corpus du texte lu, pour le locuteur italophone LH1.

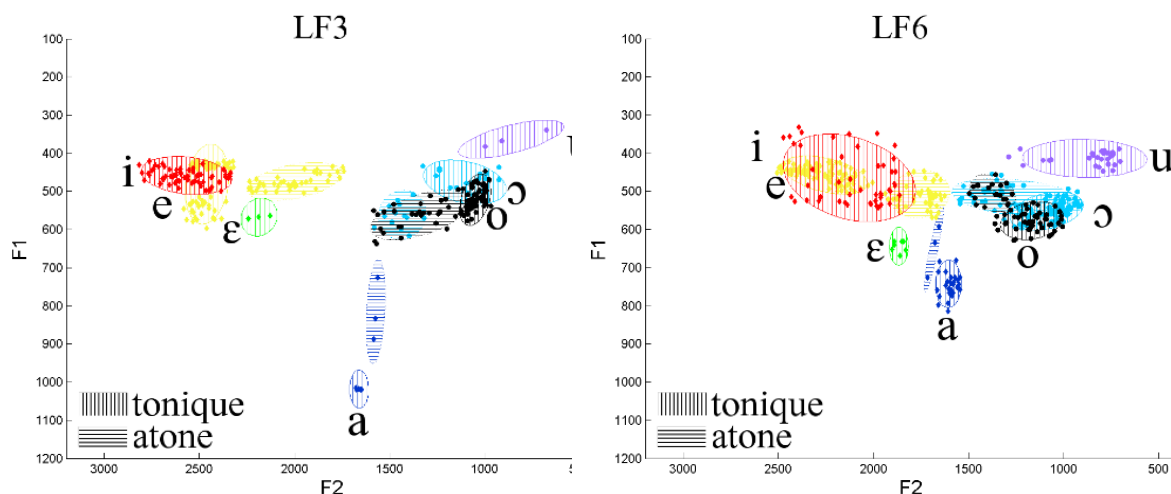


Figure II.28 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 5 voyelles, mesurés à partir du corpus de voyelles tenues, pour les locutrices italophones LF3 et LF6.

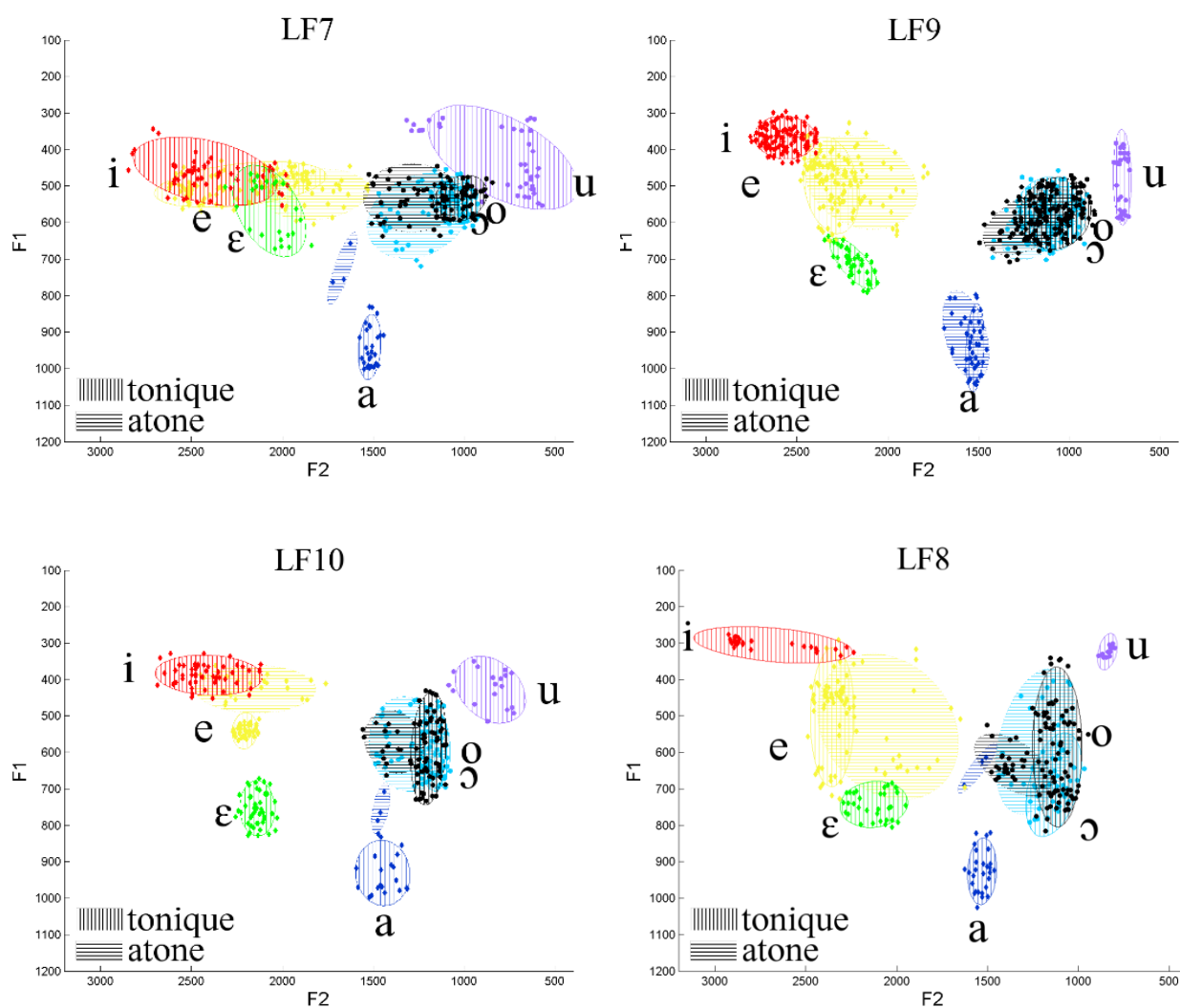


Figure II.29 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 6 voyelles, mesurés à partir du corpus de voyelles tenues, pour les locutrices italophones LF7, LF8, LF9 et LF10.

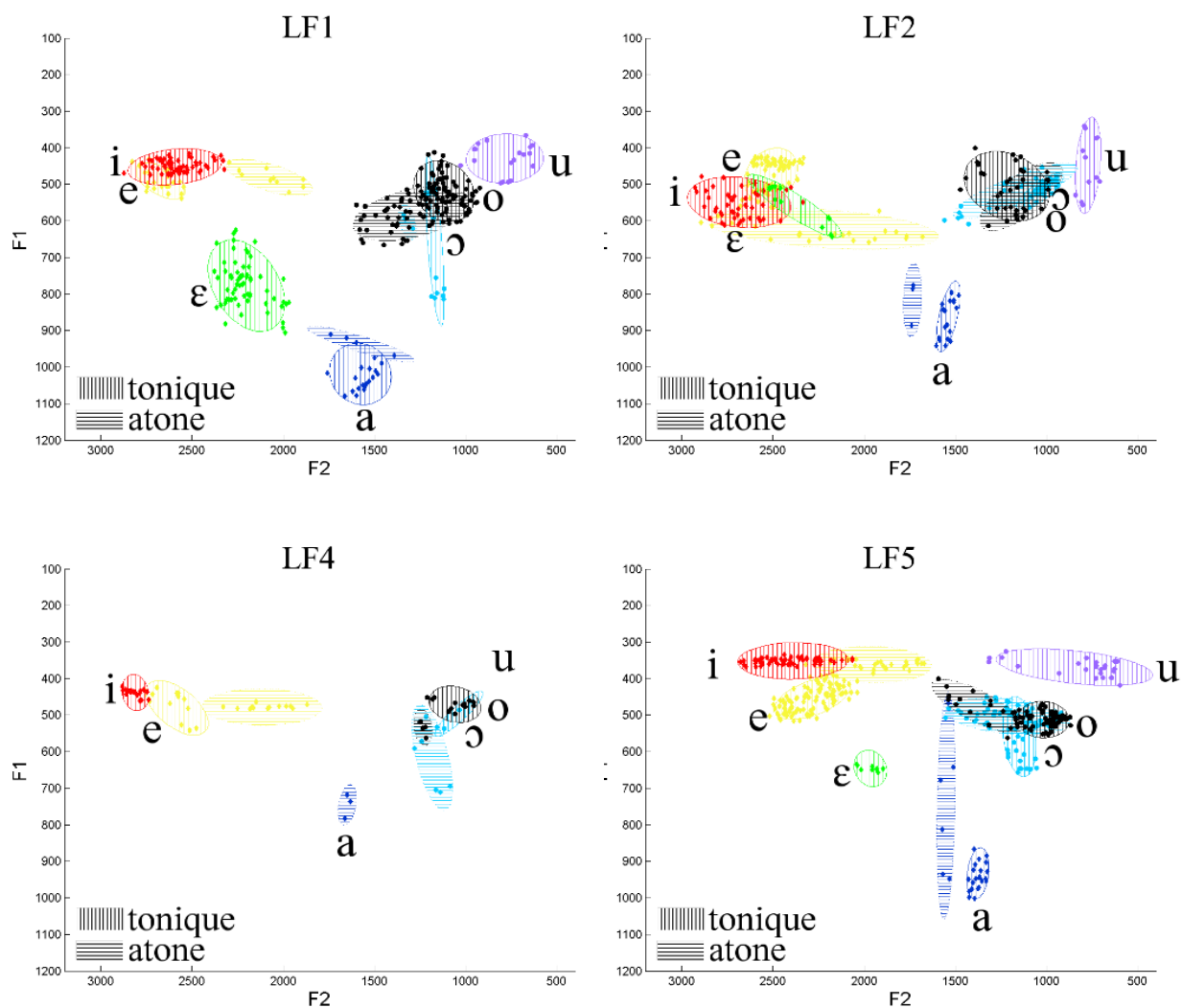


Figure II.30 Espaces acoustiques $F1/F2$ à 7 voyelles, mesurés à partir du corpus de voyelles tenues, pour les locutrices italophones LF1, LF2, LF4 et LF5.⁸⁶

⁸⁶ Comme expliqué dans le Chapitre II, les ellipses de /u/ manquantes dans le plan $F1/F2$ correspondent à un nombre de voyelles étiquetées trop faible pour être représenté par une ellipse de dispersion suivant nos choix de calculs à 75 %.

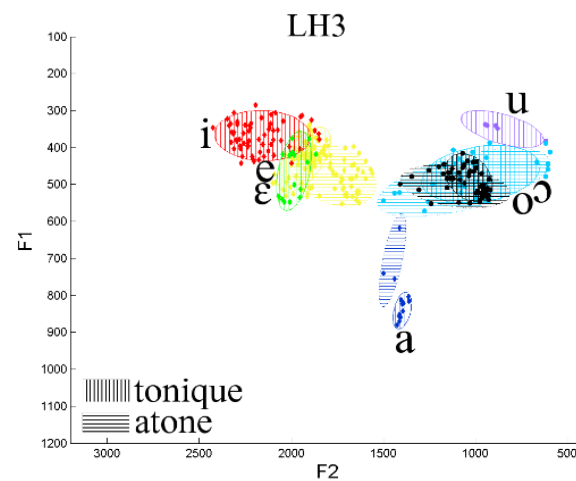


Figure II.31 Espace acoustique F_1/F_2 à 5 voyelles, mesuré à partir du corpus de voyelles tenues, pour le locuteur italophone LH3.

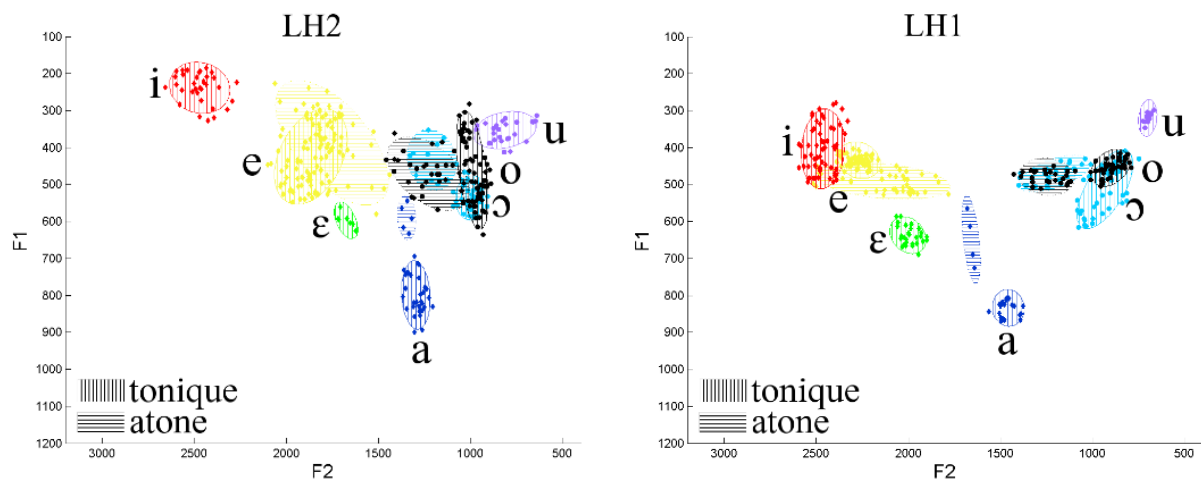


Figure II.32 Espaces acoustiques F_1/F_2 à 6 voyelles, mesurés à partir du corpus de voyelles tenues, pour les locuteurs italophones LH1 et LH2.

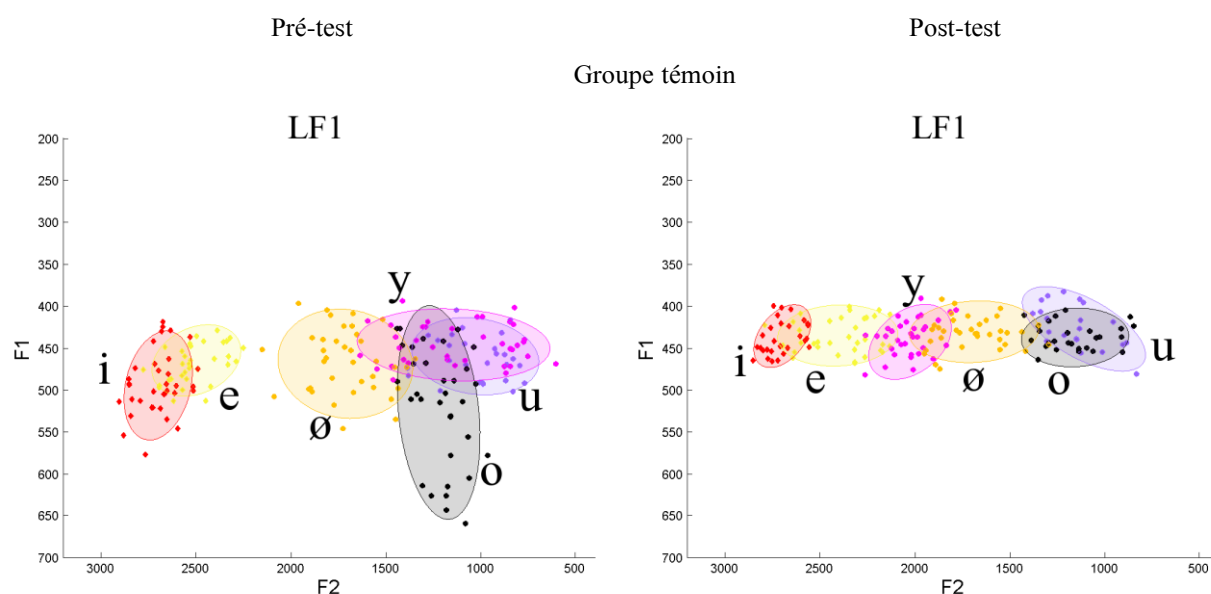


Figure IV.2 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour la locutrice italophone LF1.

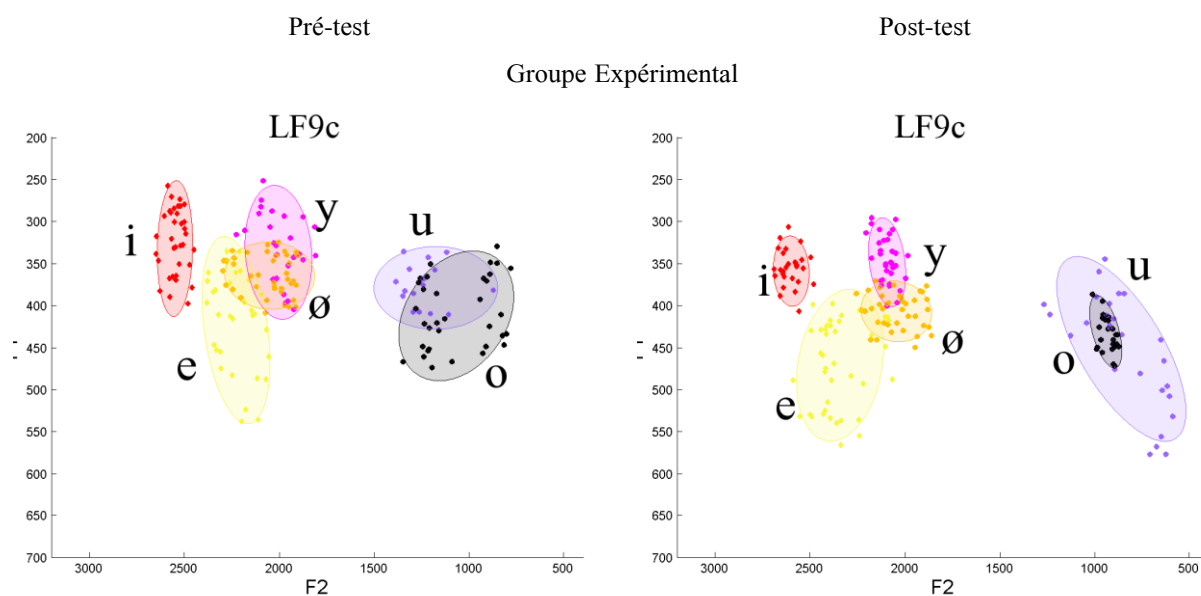


Figure IV.3 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour la locutrice italophone LF9c.

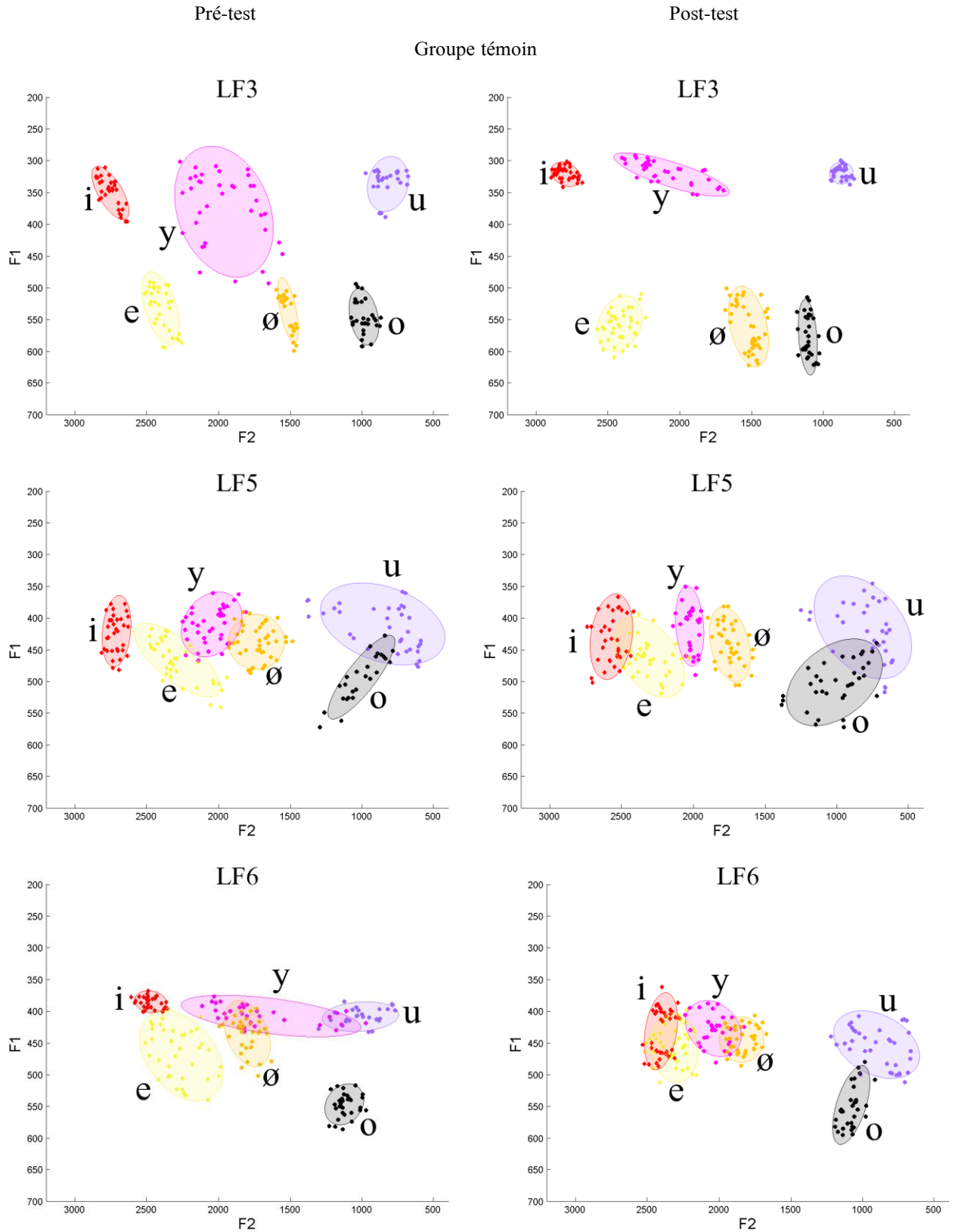


Figure IV.4 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour les locutrices italophones LF3, LF5, LF6, LF7_C et LF8_C. (suite page suivante)

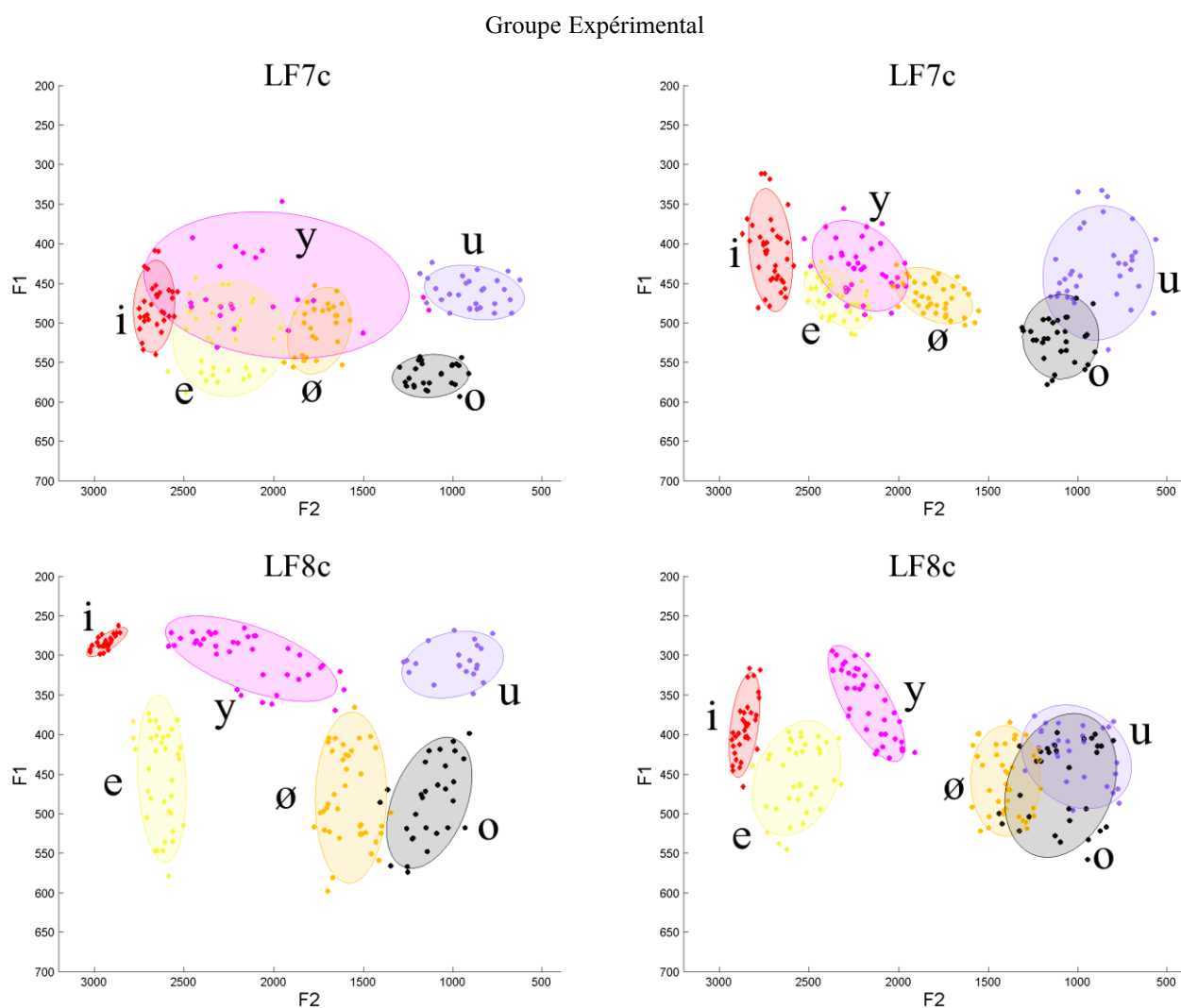


Figure IV.4 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour les locutrices italophones LF3, LF5, LF6, LF7c et LF8c.

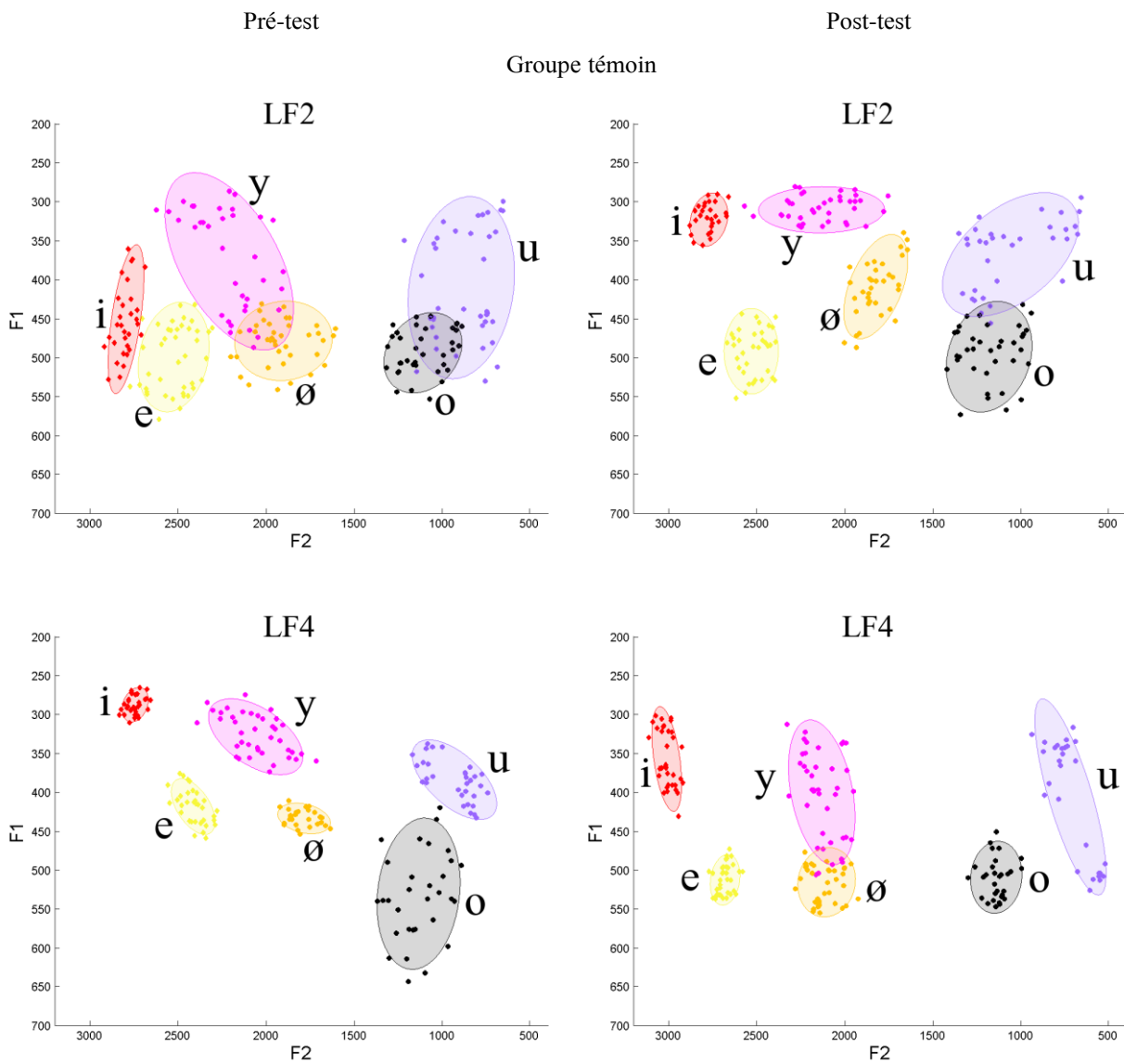


Figure IV.5 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour les locutrices italophones LF2 et LF4.

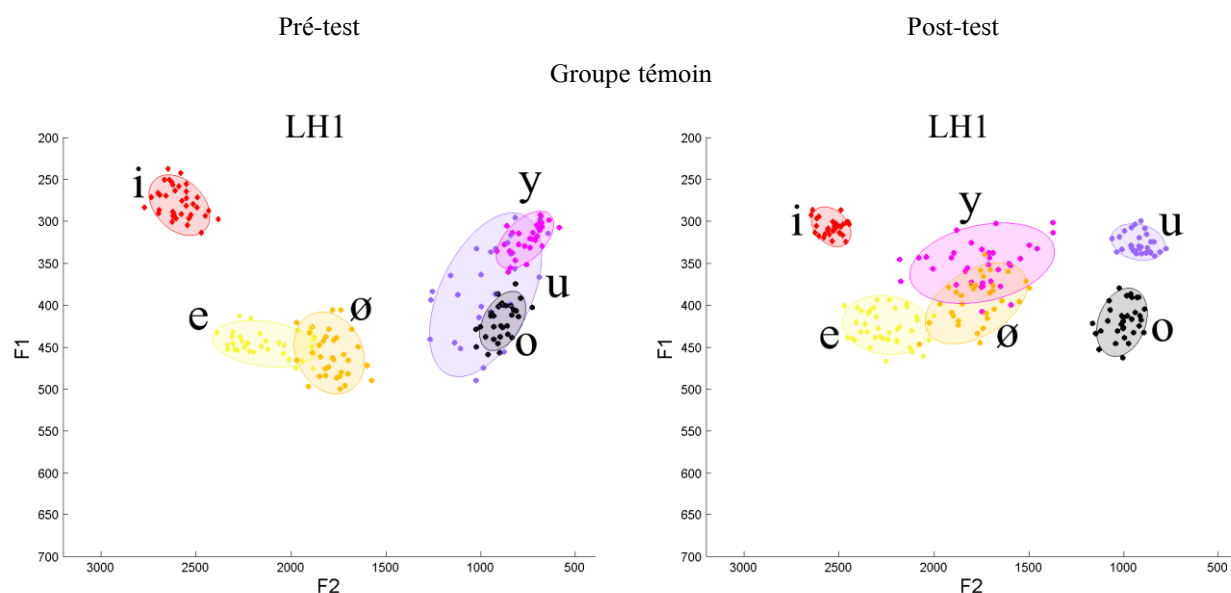


Figure IV.6 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour le locuteur italophone LH1.

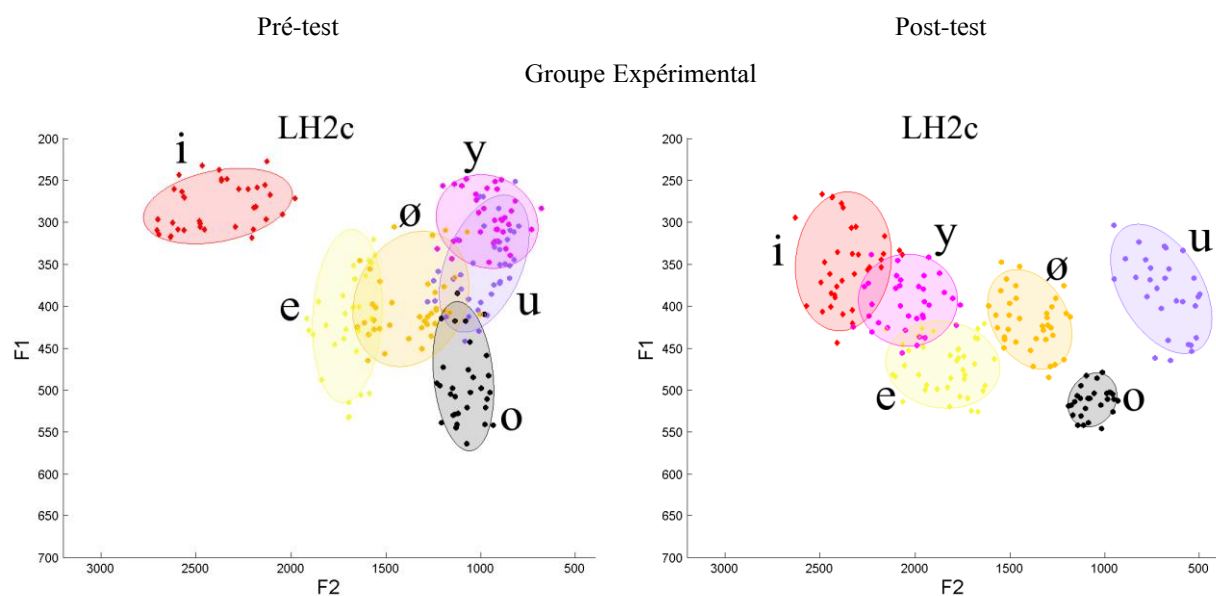


Figure IV.7 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour le locuteur italophone LH2c.

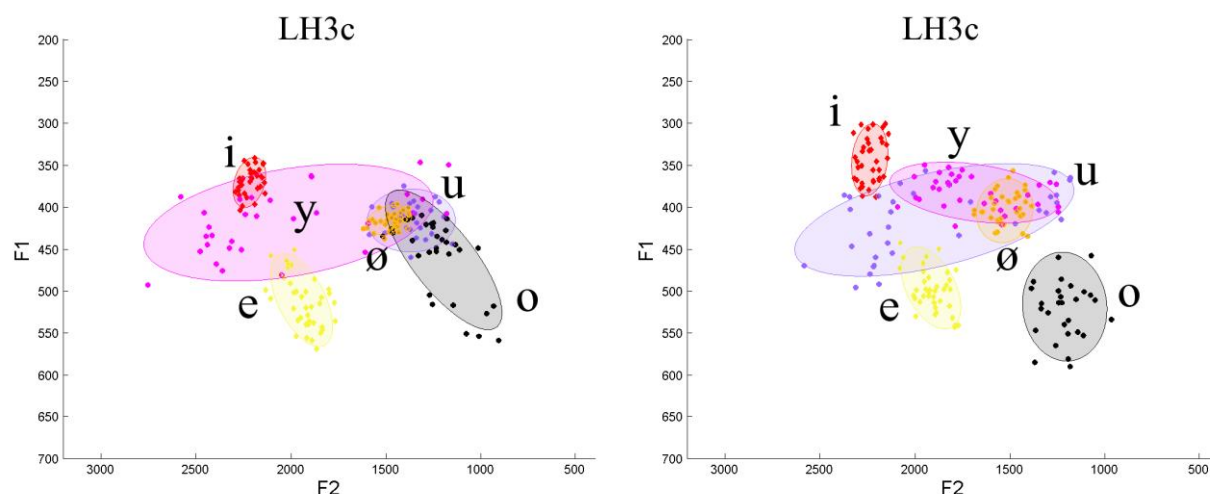


Figure IV.8 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour le locuteur italophone LH3c.

Les comparaisons mettent en évidence soit des ressemblances, soit des divergences dans les productions en langue maternelle et en langue étrangère.

- Un premier type de comportement montre des distances semblables entre les ellipses de dispersion des voyelles antérieures chez sept locuteurs. Les figures mettent en exergue dans les deux tests des ellipses de dispersion de /i/ et /e/ distantes chez LH1, LF5 et LF6, voisines mais distinctes chez LH1, LH2c, LF2, LF5, LF6 et LF7c, accolées mais sans chevauchement chez LF2 et LF7c. Les ellipses de dispersion de /i/ et les valeurs moyennes de formants, confrontées aux valeurs livrées dans la littérature (cf. Section II.1) montrent que les qualités vocaliques /i/ et /e/ occupent la place attendue en italien et en français. Les valeurs moyennes de F_2 pour /i/ produit par LH2c suggèrent néanmoins une réalisation centrale, mais constante dans les deux langues. De même, les valeurs moyennes de /e/ sont trouvées inférieures à celles attendues pour F_1 , par exemple chez LF1, de manière identique en italien et en français. Les types de recouvrement des ellipses de dispersion correspondant aux voyelles postérieures /o/ et /u/ sont semblables dans les productions en italien et au pré-test de français chez la majorité des sujets. Dans les deux tâches, l'ellipse de /o/ peut se situer dans la zone de dispersion de /u/ comme en témoignent les figures des productions de LF1; les ellipses de dispersion de /u/ et /o/ peuvent se chevaucher légèrement comme dans le système acoustique de LF5 ou être complètement distinctes comme observé dans les productions de LF4, LF6 et LF8c.
- À l'inverse, le deuxième type de comportement consiste en une production différente des productions des voyelles /i e o u/ en langue maternelle et en langue étrangère. Pour les voyelles antérieures /i/ et /e/, le chevauchement des ellipses observé en italien, dû à des valeurs de réalisation proches de F_1 , n'est pas trouvé en français pré-test, chez LF3 et LF4 par exemple. Les valeurs moyennes de F_1 pour /i/ sont mesurées plus basses au pré-test français qu'en italien, mais les dispersions de /i/ et /e/ sont plus éloignées entre elles en français pré-test, qu'en italien chez LF8c et LF9c. Chez une autre partie des sujets, les réalisations des voyelles /u/ et /o/ diffèrent entre italien et français. Chez LF2 par exemple, l'ellipse de /u/ est beaucoup moins large en italien qu'au pré-test de français, où elle s'étend sur la zone de dispersion de

/o/. LF3 et LF7_C présentent le comportement exactement contraire : l'aire de dispersion de /u/ est moins restreinte en italien qu'au pré-test de français, et c'est dans la production en langue maternelle que l'ellipse de dispersion de /u/ s'étend sur celle de /o/. Pour LF9_C, les valeurs moyennes de F₁ de /o/ sont plus élevées en italien qu'au pré-test de français. La superposition des dispersions des réalisations de /u/ et /o/ trouvée dans les deux tâches est majorée en français, liée à des valeurs moyennes de F₁ autour de 400 Hz pour /o/ français mais de 500 Hz pour /o/ italien et des valeurs moyennes de F₁ comparables pour /u/ dans les deux tâches.

Comparativement aux mesures moyennes trouvées dans la littérature pour des productions de locuteurs natifs du français, les valeurs de F₂ pour les voyelles antérieures /i/ et /e/ prononcées au pré-test par les italophones sont plus élevées. Les valeurs en F₂ sont en fait proches de celles trouvées dans la production des sujets dans leur langue maternelle. Cependant, la production des locuteurs italiens en français pour [i] [e] et [o] est phonétiquement compréhensible, tout d'abord parce qu'il n'y a pas de confusion entre catégories, ensuite parce que les réalisations pour chacune des catégories sont distinctes. De plus, la direction des dispersions de /i/ et /u/ en F₁ suggère une réalisation articulaire moins tendue chez les locuteurs italophones que celles attendues en français pour des natifs. En revanche, la voyelle /u/ présente, plus encore que /o/, une variabilité de réalisation élevée, nettement visible en F₂. Les voyelles postérieures occupent un espace acoustique semblable à celui du français langue maternelle en F₂ et les figures des espaces vocaliques projetés dans le plan F₁/F₂ montrent des surfaces vocaliques de l'italien et du français pré-test globalement plus larges que celles attendues en français.

		Locuteurs	Locutrices
/ i /	F ₁	0,416	0,060
	F ₂	0,002	0,093
	F ₃	0,033	0,005
	F ₄	0,522	0,820
/ e /	F ₁	0,239	0,645
	F ₂	0,127	0,274
	F ₃	0,457	0,663
	F ₄	0,924	0,653
/ o /	F ₁	0,187	0,097
	F ₂	0,630	0,164
	F ₃	0,843	0,087
	F ₄	0,526	0,724
/ u /	F ₁	0,848	0,039
	F ₂	0,462	0,602
	F ₃	0,492	0,256
	F ₄	0,951	0,205

Table IV.1 Valeur de *p* par t-test apparié appliqué aux mesures moyennes de formants pour les qualités vocaliques /i e o u/ de l'italien (position tonique, corpus de phrases lues, cf. Chapitre II) et du pré-test de français (corpus CVCV), pour les trois locuteurs et les neuf locutrices italophones.

Afin d'observer si la différence de valeurs moyennes de formants F_1 , F_2 , F_3 , F_4 (en Hz) est significative entre les productions en italien et en français (phrases lues vs. CVCV), un t-test apparié a été effectué. La Table IV.1 présente les valeurs p du t-test, mesurées d'une part, pour les productions des locuteurs (à gauche) et d'autre part, pour les productions des locutrices (à droite). Les résultats ne montrent pas de différences significatives de valeur moyenne par formant entre les productions de /i e o u/ de l'italien et du français, confirmant une tendance chez les sujets à produire les voyelles du français de la même manière qu'en langue maternelle. Deux exceptions notoires concernent les valeurs de F_3 pour /i/ et de F_1 pour /u/ produits par les locutrices italophones, suggérant une différence de réalisation phonétique. Il est intéressant de relever qu'il s'agit là de formants responsables de la convergence formantique, observée entre F_3 et F_4 pour /i/ français, F_2 et F_3 pour /i/ italien, et F_1 et F_2 pour /u/ dans les deux langues.

Des observations sur les distances entre formants dans le spectre acoustique devraient apporter des informations complémentaires sur cette question de la différence dans la production de l'italien et du français au pré-test, notamment pour tenter d'expliquer ces valeurs de p relevées significatives pour F_3 de /i/ et F_1 de /u/. La section suivante expose les résultats sur les différences de distance entre formants successifs pour les voyelles /i e o u/ en italien et en français pré-test.

IV.2.1.2 Convergence formantique

La Table IV.2 présente les écarts de mesure moyens entre formants successifs pour chaque voyelle commune à l'italien et au français produites par les 12 locuteurs. Les voyelles /i u o/ présentent les mêmes rapprochements formantiques dans les deux langues : il s'agit des mêmes paires de formants et des mêmes écarts de mesure. Pour /i/ français produit au pré-test par les italophones, la distance minimale entre formants successifs est trouvée entre F_3 et F_4 .

	Locuteurs				Locutrices			
	Italien		Pré-test		Italien		Pré-test	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
/ i /	F_2-F_1	1916 (201)	2083 (97)		2177 (85)	2300 (52)		
	F_3-F_2	660 (136)	631 (84)		562 (145)	647 (117)		
	F_4-F_3	939 (200)	711 (121)		800 (155)	604 (117)		
/ e /	F_2-F_1	1445 (205)	1486 (44)		1796 (158)	1900 (35)		
	F_3-F_2	756 (159)	703 (57)		755 (117)	649 (78)		
	F_4-F_3	1014 (24)	987 (27)		913 (294)	876 (136)		
/ o /	F_2-F_1	616 (38)	605 (128)		620 (90)	590 (38)		
	F_3-F_2	1583 (53)	1613 (16)		1864 (213)	1834 (80)		
	F_4-F_3	876 (242)	957 (121)		853 (184)	964 (103)		
/ u /	F_2-F_1	583 (68)	802 (192)		546 (50)	555 (45)		
	F_3-F_2	1649 (47)	1502 (89)		1843 (161)	1855 (69)		
	F_4-F_3	1082 (149)	1033 (84)		1053 (143)	1146 (113)		

Table IV.2 Écart moyen (en Hz) entre formants successifs pour les voyelles communes à l'italien et au français /i e o u/ produites lors de la tâche de phrases lues en italien (à gauche) et de la tâche CVCV pré-test de français (à droite) par l'ensemble des locuteurs italophones d'une part et l'ensemble des locutrices d'autre part. Les valeurs pour les locuteurs s'éloignent de celles de la littérature en raison des productions de $LH3_C$ pour lesquels on trouve régulièrement des mesures extrêmes.

Ce type de convergence formantique correspond à celui relevé dans les productions de locuteurs natifs du français et diffère des productions trouvées pour /i/ italien où ce sont F_2 et F_3 qui convergent. Néanmoins, un calcul de rapport effectué sur la différence formantique séparant F_2 et F_3 dans le spectre de [i], obtenu d'après la formule de normalisation des écarts à la référence présentée dans la section IV.1, suggère une valeur de distance plus petite dans la production en français langue cible par rapport à celle produite par un locuteur natif du français. Pour la plupart des sujets, les rapports indiquent des valeurs inférieures à 1, cette valeur étant égale à la distance cible : $(F_3-F_2) = .68$, chez les locuteurs et $(F_3-F_2) = .66$ chez les locutrices.

Les mesures de la Table IV.3 montrent qu'il existe une variabilité inter-individus, tant sur la paire de formants qui se rapprochent que sur la taille des distances séparant deux formants. Cette constatation oblige à nuancer les résultats. Les différentes structures du spectre acoustique pour la voyelle [i] produite au pré-test de français en sont une illustration. La moyenne des écarts entre formants successifs pour chaque réalisation de [i] établie par genre de locuteurs montre au pré-test une distance moindre entre F_2 et F_3 chez les locuteurs au pré-test mais une distance équivalente entre F_2 et F_3 d'une part et F_3 et F_4 d'autre part chez les locutrices. Un écart formantique minimum est trouvé entre F_2 et F_3 dans les productions de 4 des 12 locuteurs, ce qui correspond aux résultats trouvés pour [i] italien. Pour 6 des 12 locuteurs, l'écart le plus réduit est trouvé entre F_3 et F_4 comme décrit en français par les travaux scientifiques. Les résultats correspondant aux productions au pré-test du français montrent un écart sensiblement égal entre F_2 et F_3 d'une part et F_3 et F_4 d'autre part dans les productions de 2 locuteurs. Les mesures d'écart trouvées entre formants successifs chez les locutrices montrent, lorsqu'elles sont comparées aux mesures livrées dans la littérature (Table II.2), une production par les apprenants de la voyelle [i] qui correspond à celle de l'italien plus qu'à celle du français. Les distances entre formants successifs présentées dans la Table IV.3 montrent également une structure spectrale des voyelles antérieures [i] et [e] qui diffère de celle des voyelles postérieures /u/ et /o/, tant en italien qu'en français. Ainsi, pour [u] et [o] produits en français par les locuteurs italophones, la convergence est trouvée entre F_1 et F_2 comme dans leurs productions en langue maternelle.

À propos de perception, la voyelle [i] est trouvée focale dans les hautes fréquences au pré-test de français : $(F_4-F_3) = 1.12$ Bark et $(F_3-F_2) = 1.58$ Bark pour les locuteurs, $(F_4-F_3) = 1.65$ Bark et $(F_3-F_2) = 1.06$ Bark pour les locutrices. Les mesures moyennes de distance calculées en Bark suggèrent une focalisation formantique pour /e/ au niveau de F_2 et F_3 : $(F_3-F_2) = 2.11$ Bark pour les locuteurs, $(F_3-F_2) = 1.65$ Bark pour les locutrices. Aucune focalisation formantique n'est relevée pour les voyelles postérieures arrondies fermée /u/ et mi-fermée /o/. Sont trouvées pour /u/ : $(F_3-F_2) = 5.57$ Bark et $(F_2-F_1) = 5.35$ Bark pour les locuteurs, $(F_3-F_2) = 7.01$ Bark et $(F_2-F_1) = 4.08$ Bark pour les locutrices et pour /o/ : $(F_3-F_2) = 6.05$ Bark et $(F_2-F_1) = 4.20$ Bark pour les locuteurs, $(F_3-F_2) = 6.43$ Bark et $(F_2-F_1) = 3.99$ Bark. L'ensemble de ces résultats sur la focalisation concorde avec ceux relevés dans la Table II.6 qui présentait en Bark les moyennes des écarts entre formants successifs. Les valeurs pour /i/ français correspondent en effet à celles trouvées dans les productions en italien langue maternelle ($F_4-F_3) = 1.95$ Bark et $(F_3-F_2) = 1.78$ Bark pour les locuteurs, $(F_4-F_3) = 1.56$ Bark et $(F_3-F_2) = 1.34$ Bark pour les locutrices). Les valeurs pour /e/, /o/ et /u/ relevées en italien correspondent également à celles trouvées en production du français.

			LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7			LF8			LF9			LH1			LH2			LH3		
			μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb			
/ i /	F ₂ -F ₁	2158	(163)		2241	(104)		2212	(238)		2348	(91)		2181	(179)		2038	(220)		2077	(138)		2185	(246)		2153	(169)		2127	(153)		1894	(169)		1727	(188)		
	F ₃ -F ₂	349	(290)	36	627	(211)	37	455	(261)	35	592	(161)	35	645	(249)	36	746	(303)	35	301	(333)	35	630	(174)	35	604	(193)	70	554	(219)	36	613	(180)	35	813	(220)	31	
	F ₄ -F ₃	568	(366)		685	(362)		942	(400)		621	(316)		703	(418)		890	(341)		784	(417)		960	(307)		1032	(208)		745	(299)		927	(308)		1145	(304)		
/ c /	F ₂ -F ₁	2062	(128)		1823	(190)		1928	(177)		1981	(200)		1673	(136)		1677	(213)		1743	(170)		1685	(134)		1830	(174)		1672	(178)		1274	(140)		1389	(144)		
	F ₃ -F ₂	632	(271)	60	821	(165)	89	654	(146)	64	739	(153)	54	874	(106)	100	774	(160)	82	541	(375)	56	869	(129)	65	756	(151)	181	603	(139)	47	921	(160)	37	746	(159)	43	
	F ₄ -F ₃	310	(346)		889	(363)		1106	(141)		636	(496)		1083	(162)		1235	(182)		837	(473)		718	(492)		1098	(135)		988	(191)		1017	(292)		1036	(253)		
/ o /	F ₂ -F ₁	570	(233)		752	(166)		606	(119)		577	(99)		522	(74)		671	(95)		527	(94)		671	(217)		539	(169)		608	(130)		582	(155)		657	(88)		
	F ₃ -F ₂	2034	(237)	5	1840	(153)	14	1849	(92)	15	2170	(85)	20	1939	(135)	16	1574	(139)	30	1828	(241)	11	1714	(264)	24	2137	(282)	45	1540	(210)	21	1566	(198)	23	1643	(281)	23	
	F ₄ -F ₃	595	(384)		906	(304)		1006	(161)		817	(154)		966	(327)		981	(200)		678	(659)		903	(235)		567	(277)		1152	(287)		775	(234)		700	(279)		
/ u /	F ₂ -F ₁	527	(122)		527	(168)		582	(144)		469	(172)		647	(162)		529	(137)		518	(197)		591	(79)		515	(289)		519	(210)		656	(127)		575	(232)		
	F ₃ -F ₂	1906	(261)	49	2048	(194)	48	1980	(186)	47	1946	(369)	48	1800	(317)	44	1516	(170)	46	1690	(411)	40	1975	(217)	48	1807	(263)	93	1703	(313)	45	1629	(171)	43	1614	(303)	43	
	F ₄ -F ₃	963	(324)		1037	(308)		869	(360)		972	(358)		1130	(332)		1369	(334)		969	(496)		994	(391)		1188	(204)		1252	(278)		1014	(341)		979	(447)		

			LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
			μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb			
/ i /	F ₂ -F ₁	2192	(132)		2357	(95)		2357	(204)		2442	(70)		2273	(86)		2085	(118)		2155	(199)		2623	(76)		2217	(71)		2307	(106)		2092	(238)		1849	(49)		
	F ₃ -F ₂	577	(254)	40	540	(461)	40	587	(135)	40	805	(172)	40	626	(343)	40	1083	(120)	40	565	(335)	40	148	(212)	40	890	(143)	40	593	(145)	40	526	(258)	40	774	(95)	40	
	F ₄ -F ₃	377	(444)		821	(499)		893	(162)		478	(290)		364	(400)		625	(333)		406	(414)		816	(215)		656	(214)		551	(290)		847	(347)		736	(115)		
/ c /	F ₂ -F ₁	2022	(141)		2026	(120)		1862	(182)		1933	(186)		1820	(205)		1789	(195)		1712	(215)		2187	(135)		1748	(209)		1675	(180)		1347	(206)		1435	(120)		
	F ₃ -F ₂	345	(310)	42	671	(112)	42	695	(200)	42	659	(182)	42	760	(188)	42	836	(139)	42	595	(356)	38	506	(246)	42	770	(185)	42	561	(150)	42	871	(193)	42	679	(79)	42	
	F ₄ -F ₃	678	(518)		955	(287)		830	(426)		1092	(174)		969	(300)		1124	(367)		533	(521)		658	(397)		1048	(139)		976	(125)		896	(168)		1090	(118)		
/ o /	F ₂ -F ₁	689	(172)		618	(129)		462	(135)		607	(145)		537	(201)		593	(93)		558	(131)		630	(147)		620	(216)		452	(84)		619	(127)		745	(324)		
	F ₃ -F ₂	1665	(263)	38	1911	(189)	38	2010	(189)	38	1734	(183)	38	1938	(436)	38	1564	(190)	38	1795	(265)	36	2079	(249)	38	1812	(209)	38	1937	(223)	38	1587	(193)	38	1317	(220)	38	
	F ₄ -F ₃	1001	(473)		924	(208)		825	(185)		1016	(159)		926	(323)		1305	(207)		973	(224)		838	(238)		871	(134)		935	(302)		890	(317)		1047	(101)		
/ u /	F ₂ -F ₁	572	(207)		484	(184)		460	(136)		549	(164)		449	(276)		607	(151)		410	(176)		701	(183)		764	(247)		590	(158)		625	(143)		1192	(482)		
	F ₃ -F ₂	1835	(281)	40	2046	(229)	40	2090	(192)	40	1876	(205)	38	1915	(417)	40	1481	(229)	42	1860	(318)	34	1974	(265)	40	1616	(253)	40	1678	(350)	42	1744	(175)	42	1084	(242)	42	
	F ₄ -F ₃	1214	(287)		1111	(292)		1208	(173)		1171	(200)		1010	(436)		1524	(331)		934	(479)		1068	(396)		1073	(178)		997	(323)		1081	(284)		1021	(161)		

Table IV.3 Écart moyen (en Hz) entre formants successifs pour les voyelles communes à l'italien et au français /i e o u/ produites à la tâche de phrases lues (en haut) et à la tâche CVCV pré-test (en bas) par les 12 locuteurs et locutrices italophones.

IV.2.2 Productions de /y/ et /ø/ au pré-test

IV.2.2.1 Systèmes acoustiques vocaliques

La comparaison des projections dans le plan F_1/F_2 pour les voyelles fermées et les voyelles mi-fermées présentées Figures II.17 à II.32 et Figure IV.2 à Figure IV.8 met en évidence un plus grand nombre d'ellipses dans l'espace acoustique du français pré-test, que dans l'espace acoustique italien chez plusieurs locuteurs, suggérant la capacité des locuteurs à concevoir une ou plusieurs catégories supplémentaires dans le système phonologique cible. Ces ellipses de dispersion supplémentaires se situent parfois dans des zones réservées aux voyelles non-natives antérieures arrondies [y] et [ø] (c'est entre autres le cas des productions de /y/ et /ø/ chez LF2 et LF4, le cas de /y/ chez LF9_C et le cas de /ø/ chez LH1). Mais, plus souvent, elles occupent une autre zone de dispersion que celle attendue dans le système acoustique cible (comme dans les espaces acoustiques de LF3, LF5, LF6, LF7_C et LF8_C). Dans les espaces acoustiques de LF6 et LF7_C, la nouvelle aire de dispersion est large au point de recouvrir d'autres ellipses : des réalisations de /y/ sont alors trouvées dans la zone attendue mais également sur l'aire réservée à /u/. Pour ces 8 sujets, les Figure IV.2 à Figure IV.8 montrent que la nouvelle catégorie correspond plus souvent à /ø/ qu'à /y/, aussi chez les locuteurs n'ayant jamais étudié de langues dont les systèmes phonologiques possèdent des voyelles antérieures arrondies (LF6 par exemple pour /y/, LH1 pour /ø/). Dans d'autres cas, les figures montrent un nombre équivalent d'ellipses dans la production en italien et dans celle du français pré-test. Les réalisations de [y] sont trouvées sur la zone acoustique de /u/, avec un chevauchement total des ellipses de dispersion comme dans les espaces acoustiques de LH1 et LF7 ou avec un chevauchement presque total comme dans l'espace acoustique de LH2_C. Les locuteurs LF2 et LF9_C, à l'inverse, réalisent /y/ plus proche de la zone couverte par les occurrences de /i/ que de la zone où ils réalisent /u/. Dans le cas où le système vocalique du système pré-test d'un locuteur contient le même nombre de catégories que son système vocalique italien, l'aire de dispersion de /ø/ est trouvée sur la zone acoustique de /u/ ou de /o/.

IV.2.2.2 Convergence formantique

Concernant le phénomène de convergence formantique, la Table IV.4 rapporte, à partir d'un calcul de valeur moyenne par formant pour l'ensemble des 12 locuteurs, un rapprochement entre F_1 et F_2 dans les réalisations de /y/ par les locuteurs mais entre F_2 et F_3 par les locutrices. Les écarts de mesure entre formants successifs, calculés en Hertz, ne correspondent pas à ceux trouvés dans les travaux scientifiques ayant étudié la parole native (Table II.2).

Dans les productions des locuteurs italophones, les distances entre formants du spectre sonore de /y/ ($(F_2 - F_1) = 897$ Hz, $(F_3 - F_2) = 1697$ Hz, $(F_4 - F_3) = 931$ Hz) approchent celles trouvées dans le spectre sonore de /u/ ($(F_2 - F_1) = 802$ Hz, $(F_3 - F_2) = 1502$ Hz, $(F_4 - F_3) = 1033$ Hz). Chez les locutrices, le rapprochement formantique est celui attendu en langue cible, mais la convergence est moins marquée que celle attendue. Dans une réalisation moyenne de /y/ prononcée par un natif, par rapport à la distance entre F_1 et F_2 $((F_2 - F_1)_{\text{Calliope}} = 1450$ Hz pour les locuteurs, $(F_3 - F_2)_{\text{Calliope}} = 1741$ Hz pour les locutrices), la distance entre F_2 et F_3 est réduite et présente de plus

des valeurs beaucoup moins élevées que celles trouvées dans les productions du français par les italophones ($(F_3 - F_2)_{\text{Calliope}} = 370$ Hz pour les locuteurs, $(F_3 - F_2)_{\text{Calliope}} = 489$ Hz pour les locutrices). Le résultat pour les locuteurs est conforme à l'une des prédictions émises dans le chapitre II sur les difficultés de production des voyelles du français par un public italophone. D'ailleurs, la voyelle est trouvée focale dans la production des locutrices et au niveau de F_2 et F_3 ($(F_3 - F_2) = 2.55$ Bark) mais pas chez les locuteurs ($(F_3 - F_2) = 6.06$, $(F_2 - F_1) = 5.70$ Bark). Cette différence de résultat pourrait néanmoins être liée à la variabilité inter-individus relevée dans les productions des locuteurs et en particulier en intra-individuel chez LH3_C.

Les mesures présentées dans la Table IV.4 montrent des distances moyennes entre formants successifs semblables dans le spectre sonore de /ø/, surtout dans les productions des locuteurs où l'on trouve des écarts de mesure inférieurs à 100 Hz entre chacune des trois paires de formants. La structure acoustique de /ø/ produit par les locutrices présente une variation d'écart entre paires de formants un peu plus marquée, mais qui n'indique pas non plus de rapprochements entre plusieurs formants. La voyelle /ø/ est néanmoins trouvée focale dans les productions, tant des locuteurs ($(F_3 - F_2) = 3.44$ Bark) que des locutrices ($(F_3 - F_2) = 3.32$ Bark).

		Locuteurs		Locutrices	
		μ	σ	μ	σ
/ y /	$F_2 - F_1$	897	(214)	1528	(89)
	$F_3 - F_2$	1657	(69)	821	(118)
	$F_4 - F_3$	931	(118)	1152	(88)
/ ø /	$F_2 - F_1$	1124	(55)	1282	(42)
	$F_3 - F_2$	1028	(64)	1095	(78)
	$F_4 - F_3$	1025	(109)	1145	(92)

Table IV.4 Écart moyen (en Hz) entre formants successifs pour les voyelles du français absentes de l'italien /y/ et /ø/ produites au pré-test par l'ensemble des locuteurs italophones (à gauche) et l'ensemble des locutrices italophones (à droite).

IV.3 Du pré-test au post-test : évolution de l'interphonologie

IV.3.1 Évolution des systèmes vocaliques en langue-cible

Les Figure IV.2 à Figure IV.8 présentent les espaces acoustiques vocaliques F_1/F_2 obtenus au pré-test et au post-test du français par les locuteurs italophones. Les diagrammes cartésiens F_2/F_3 correspondants sont présentés Annexe X. Pour chaque sujet, les productions pré-test et post-test ont été comparées afin de relier profil du système phonético-phonologique de départ et type d'évolution de l'interphonologie. Les espaces acoustiques à deux axes F_1/F_2 des sujets ont ainsi pu être classés selon deux critères : selon que le nombre de catégories a évolué ou non entre les deux évaluations et selon qu'il y a recouvrement ou distinction de catégories au pré-test *vs* au post-test, en particulier de /y/ avec /u/ et de /y/ avec /ø/. À partir de ces deux caractéristiques, quatre types de comportement ont été décrits :

- (a) deux sujets possédant, dans leur espace acoustique, un nombre différent de catégories en pré et post-test, et avec recouvrement initial des aires /y/ et /u/ (LH1 et LF1) ;

- (b) un sujet possédant un nombre différent de catégories dans les deux tests évaluatifs, mais avec une distinction des aires /y/ et /u/ dans les deux cas (LF9_c) ;
- (c) un sujet possédant un nombre équivalent de catégories dans les deux tests évaluatifs, et avec recouvrement initial (mais partiel) des aires /y/ et /u/ (LH2_c) ;
- (d) un groupe de sujets possédant un nombre équivalent de catégories dans les deux tests évaluatifs, et avec une distinction des aires /y/ et /u/ dans les deux cas mais chez lequel les ellipses de dispersion n'occupent pas toujours la place attendue en langue cible (LF3, LF4, LF5, LF6, LF7_c et LF8_c)
- (e) Un dernier cas existe. Il s'agit de deux sujets pour lesquels l'ensemble des catégories est en place dès le pré-test et reste tel quel (LF2 et LF4).

La partie suivante précise, par type de comportement, l'évolution de l'interphonologie.

La Figure IV.2 présente les espaces vocaliques de LF1 pour lesquels un nombre différent de catégories est observé, suggérant une évolution de l'organisation de l'espace acoustique entre le pré et le post-test. Un chevauchement important, voire total, apparaît au pré-test entre les ellipses de dispersion de /y/ et /u/. Au pré-test, l'aire de réalisation de /y/ se trouve dans l'espace acoustique F_1/F_2 attendu uniquement pour /u/ dans la langue cible. Au post-test cependant, le nuage de points correspondant à la catégorie /y/ se trouve dans une zone acoustique proche de celle attendue en français, et est éloigné du nuage de points correspondant à /u/. Dans le plan F_2/F_3 , l'ellipse de /y/ recouvre complètement l'ellipse de dispersion de /o/ qui se trouve dans la zone acoustique attendue en français.

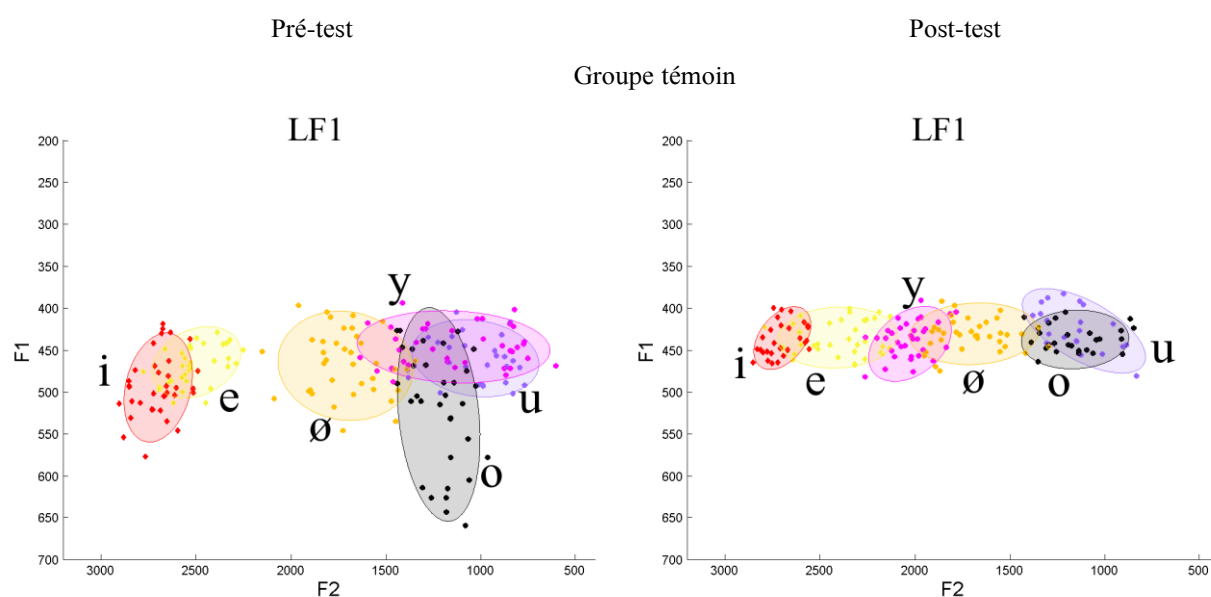


Figure IV.2 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour la locutrice italophone LF1.

On remarque également chez LF1 un espace acoustique plus large que celui attendu en langue cible pour la voyelle /ø/ et ce, dans les deux tests. L'aire de dispersion de /ø/ est particulièrement étendue en F_1 . On relève une superposition partielle des dispersions des réalisations des voyelles fermées et mi-fermées, /i/ avec /e/, /y/ avec /ø/, /u/ avec /o/ au pré-test, en raison d'une production plus relâchée qu'attendu, mais aussi d'une production

de /e/ et /ø/ moins relâchée qu'attendu. Au post-test, les voyelles mi-fermées /e/ et /ø/ présentent des valeurs de F_1 encore plus basses qu'au pré-test, mais leurs ellipses de dispersion ne recouvrent pas les ellipses des voyelles fermées /i/ et /y/. En revanche, on constate un recouvrement presque complet des ellipses /u/ et /o/ tant dans le plan F_1/F_2 que dans le plan F_2/F_3 .

La Figure IV.3 présente les espaces acoustiques F_1/F_2 du locuteur LF9_C dans lequel le nombre de catégories diffère entre les deux tests : les ellipses de dispersion de /y/ et /u/ sont distinctes au pré-test et les ellipses de dispersion de /ø/ et de /y/, communes au pré-test, se sont différenciées au post-test, suggérant la mise en place d'une catégorie supplémentaire.

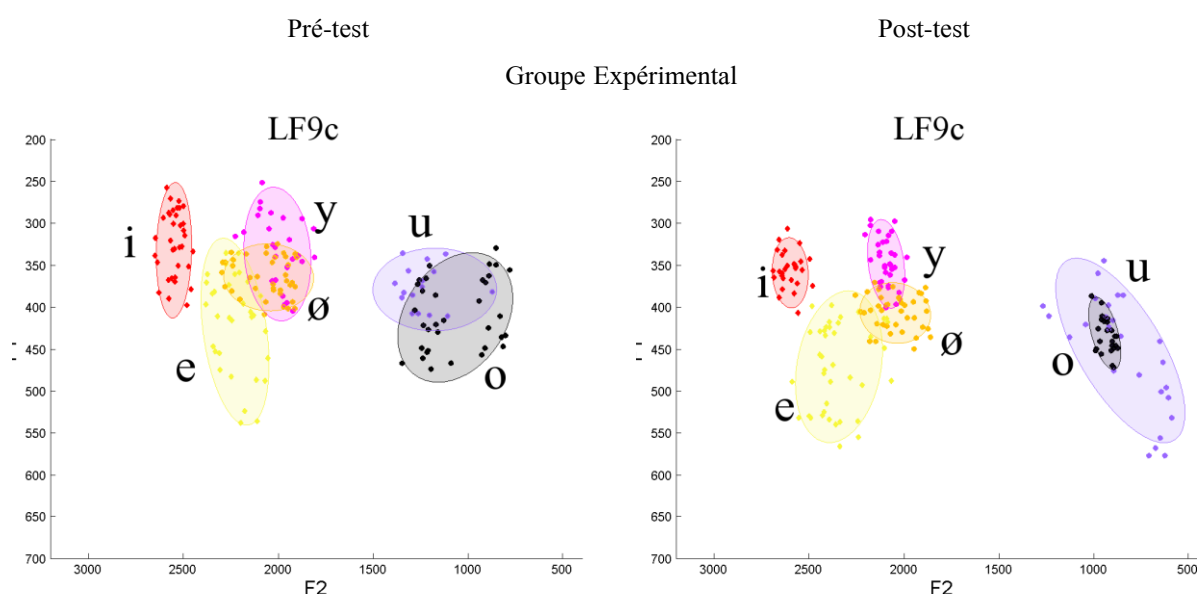
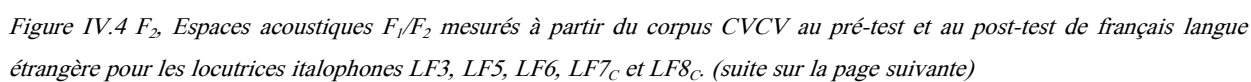


Figure IV.3 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour la locutrice italophone LF9_C.

La Figure IV.4 présente les espaces acoustiques vocaliques de LF3, LF5, LF6, LF7_C et LF8_C. Le nombre de catégories est identique aux deux tests et il existe des ellipses de dispersion pour /y/ et /ø/ au pré-test mais qui n'exploitent pas toujours l'espace acoustique attendu en langue cible. Pour LF3, LF7_C et LF8_C par exemple, l'ellipse de dispersion de /ø/ est périphérique dans les deux tests. Les progrès en phonétique sont observés en priorité via le resserrement de la dispersion de /y/ au post-test : la variabilité est moindre en F_1 . Chez les locuteurs LF5 et LF6, on observe au pré-test un léger recouvrement des voyelles mi-fermées /e/ et /ø/ avec les voyelles fermées correspondantes, les premières étant périphériques et les deuxièmes relâchées. Au post-test, le chevauchement entre les ellipses des qualités vocaliques /y/ et /ø/ diminue et l'aire de dispersion de /y/ rétrécit, mais les voyelles mi-fermées restent périphériques.



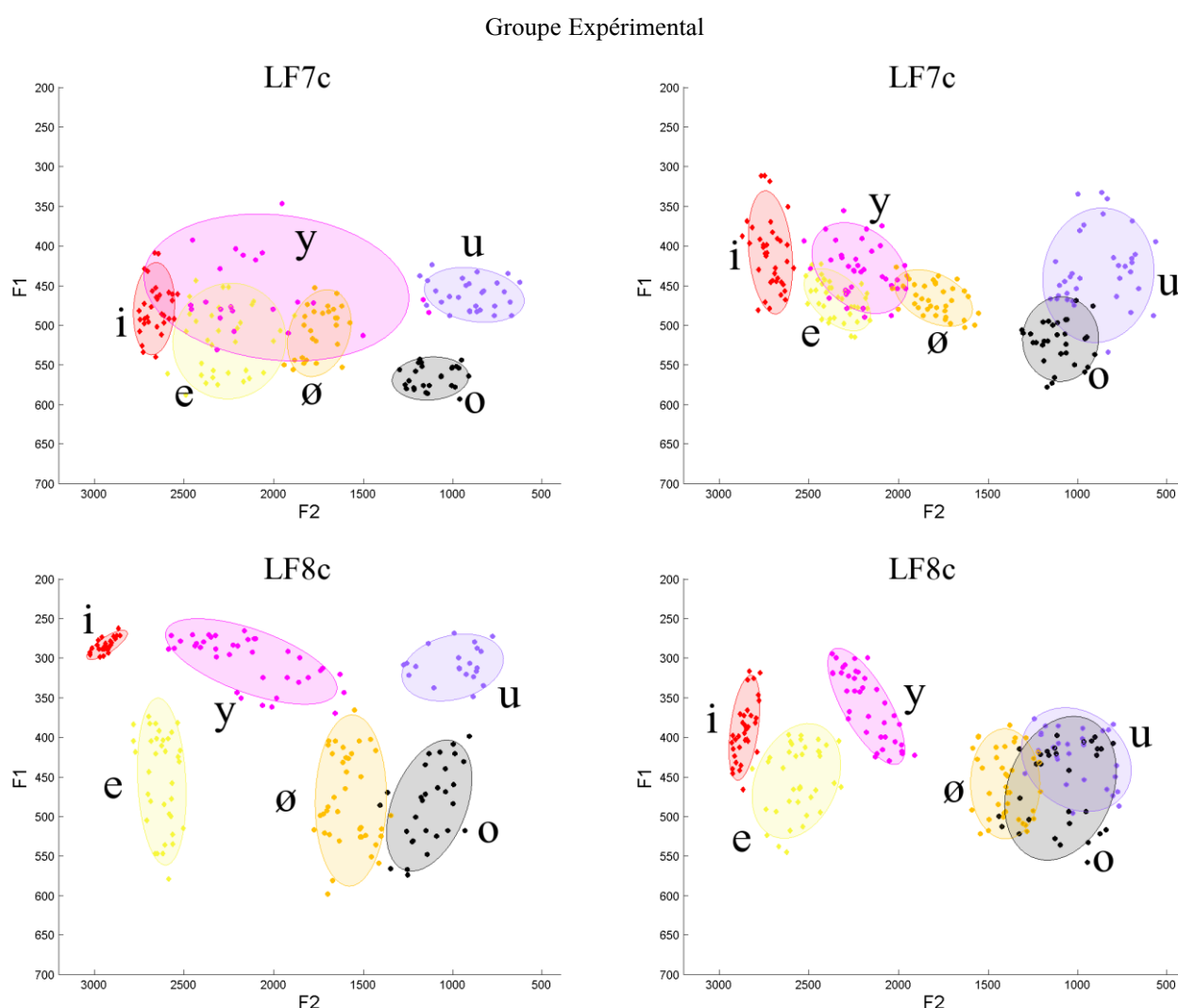


Figure IV.4 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour les locutrices italophones LF3, LF5, LF6, LF7c et LF8c.

La Figure IV.5 présente les espaces vocaliques de LF2 et LF4. Est observé le même nombre de phonèmes aux deux tests, et des réalisations pour les voyelles du français qui occupent les espaces acoustiques attendus dès le pré-test. Chez le sujet LF2, les ellipses de dispersion de /i/ et /y/ présentent des valeurs élevées en F_1 au pré-test, suggérant une réalisation légèrement relâchée. Au post-test, toutes les ellipses sont distinctes entre /u/ et /o/, où un faible chevauchement est visible dans le plan F_1/F_2 . L'aire de dispersion de /u/ englobe celle de /o/ en F_2/F_3 en raison d'une grande variabilité en F_2 . L'ellipse correspondant à la qualité vocalique /u/ s'est cependant resserrée en F_1 et, comme /i/, présente une situation plus périphérique. Chez LF4, on observe au post-test un très léger recouvrement entre les réalisations de /y/ et /ø/ en F_1 , mais la position de l'ellipse de /ø/ est plus antérieure qu'au pré-test, ce qui est attendu en français. Comme dans les phrases à voyelles tenues, on trouve deux types de réalisation de /i/, avec des valeurs basses en F_3 .

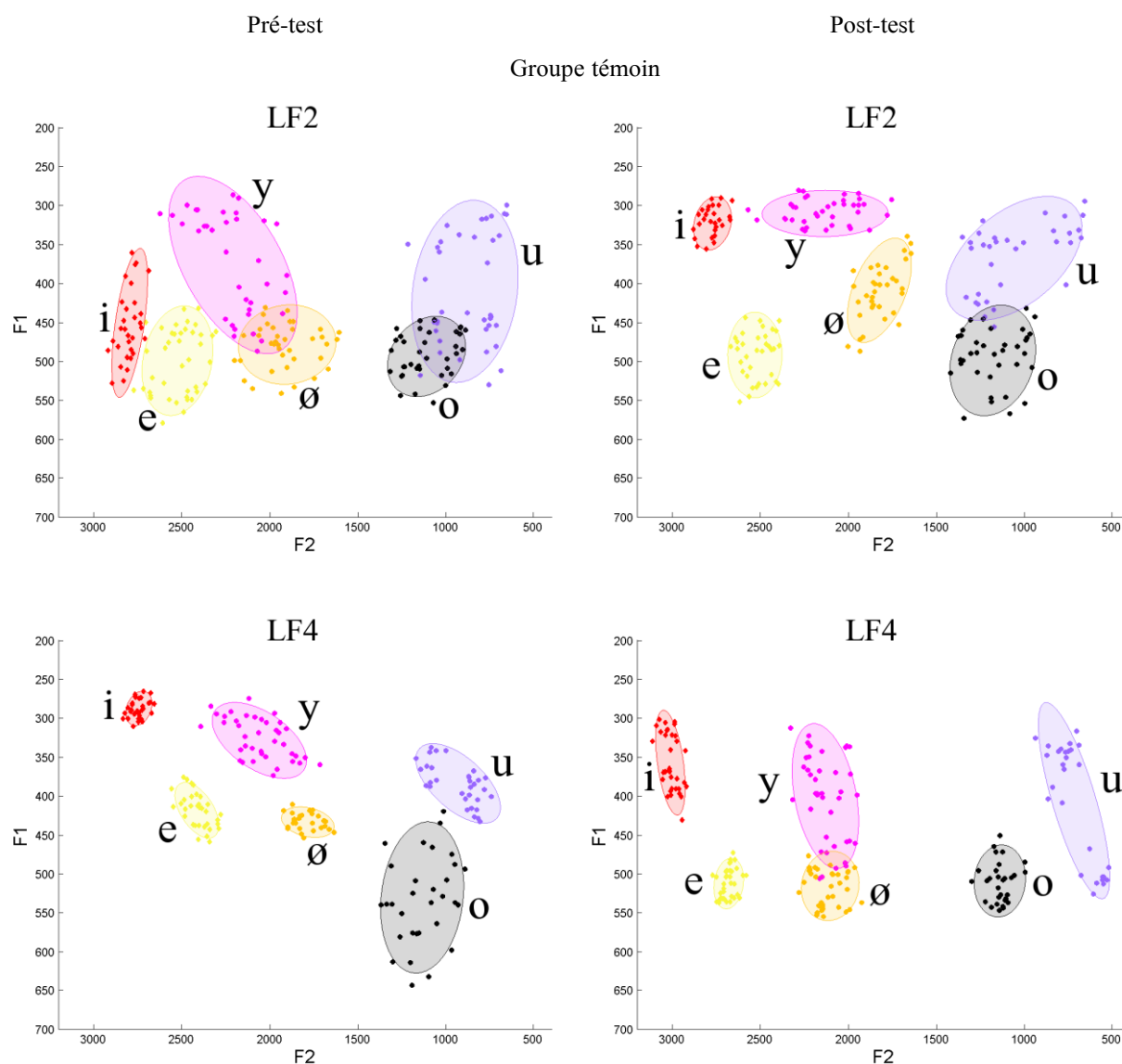


Figure IV.5 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour les locutrices italophones LF2 et LF4.

La Figure IV.6 présente pour LH1 un espace vocalique dont le nombre de catégories a évolué entre les deux tests et pour lequel les ellipses de dispersion de /y/ et /u/ partagent un espace acoustique postérieur et sont en cours de différenciation en fin de formation, sans que cela n'évite un recouvrement de certaines réalisations de /y/ avec la zone de réalisation de /ø/. Au pré-test, l'aire de réalisation de /y/ se trouve dans l'espace acoustique F_1/F_2 attendu pour /u/. Au post-test, le nuage de points correspondant à la catégorie /y/ s'est déplacé en direction de l'espace attendu en français. Les ellipses correspondant à /y/ d'une part et à /ø/ d'autre part présente une variabilité importante en F_1 au post-test, sans toutefois chevaucher d'autres ellipses de dispersion. Concernant les réalisations de /u/, on observe au pré-test une ellipse de dispersion large en ce sens qu'elle englobe l'aire de réalisation de /o/ et présente des réalisations centrales. Au post-test, la catégorie /u/ occupe la place attendu en français, en position périphérique et s'est, de plus, resserrée.

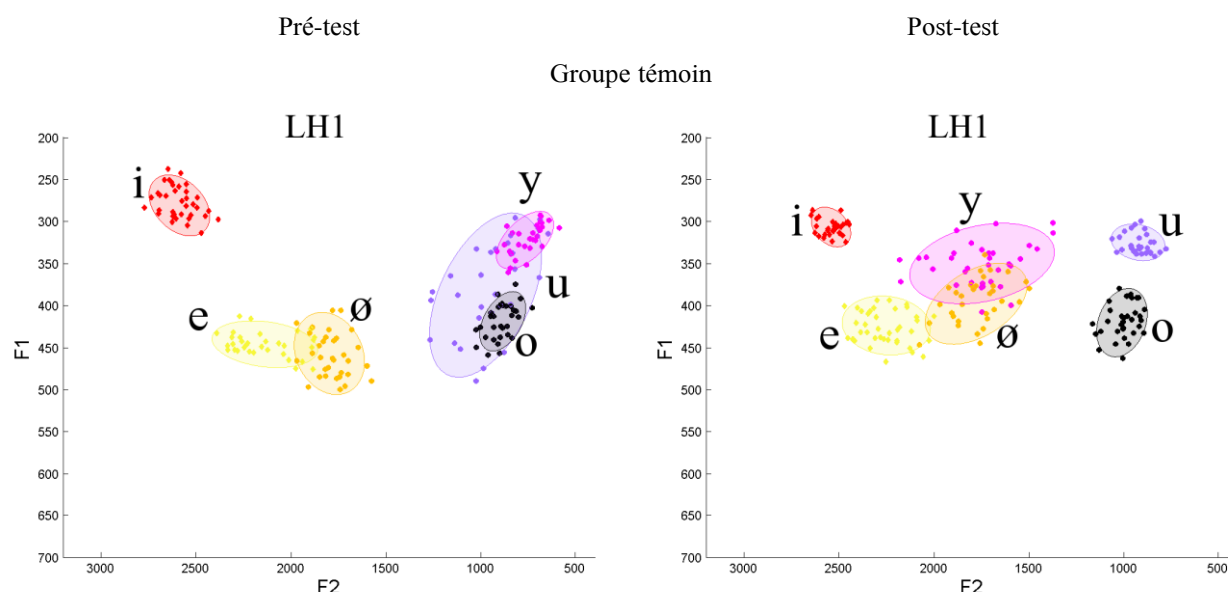


Figure IV.6 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour le locuteur italophone LH1.

La Figure IV.7 présente pour LH2_C des espaces vocaliques contenant le même nombre de phonèmes dans les deux tests, et pour lesquels les réalisations de /y/ et /u/ se recouvrent en partie au pré-test mais sont différenciées au post-test. L'aire de dispersion de /y/ se trouve sur l'espace attendu pour la voyelle /u/ et de ce fait, englobe une partie de l'ellipse /u/. Également, le nuage de points représentant les réalisations de /ø/ se situe en périphérie au pré-test, tant dans les plans F_1/F_2 et F_2/F_3 , jouxtant les ellipses de dispersion de /u/ et /o/. Au post-test, l'aire de dispersion de /ø/ a rejoint la place attendue en français. Chez LH2_C, l'ellipse de dispersion de /e/ présente la particularité d'être centrale au pré-test mais de s'être déplacée en direction de l'aire attendue en français au post-test.

La Figure IV.8 présente pour LH3_C des espaces vocaliques dont l'évolution est particulière. Dans les deux tests, les dispersions des catégories /y/ et /u/ se chevauchent : en partie au pré-test mais intégralement au post-test. Dans le pré-test, l'ellipse correspondant à /y/ présente une surface très large, en raison de réalisations soit très antérieures, soit très postérieures. Au post-test, la catégorie /y/ se met en place mais s'étend encore vers les espaces acoustiques de /u/. Dans le post-test, /u/ présente une extrême variabilité et vient couvrir l'aire de dispersion correspondant à /y/. La qualité vocalique /ø/ se trouve confondue à celle de /u/ au pré-test, mais aussi au post-test. Le chevauchement des réalisations de /o/ sur les ellipses de dispersion de /ø/ et /u/ n'est plus observé au post-test, dû à la diminution de la taille de l'ellipse de /o/.

La modalité longitudinale de l'étude a l'avantage de mettre en avant la structure évolutive de l'interphonologie de chaque locuteur. La confrontation des résultats obtenus au pré-test de français à ceux obtenus au post-test suggèrent la création dans les espaces acoustiques des sujets de deux nouvelles catégories associées à /y/ et /ø/. Les figures mettent en évidence un déplacement de certaines catégories, qui se rapprochent des zones acoustiques attendues en français langue cible. Les figures font ressortir des modifications de la dispersion des réalisations entre le pré-test et le post-test, notamment pour /y/ et /u/ qui se resserrent. Afin de mieux saisir

l'évolution de l'interphonologie pour les voyelles fermées et mi-fermées du français, une série de mesures a été menée : formants, distances entre centroïdes vocaliques et distances entre nuages de points ont été considérées.

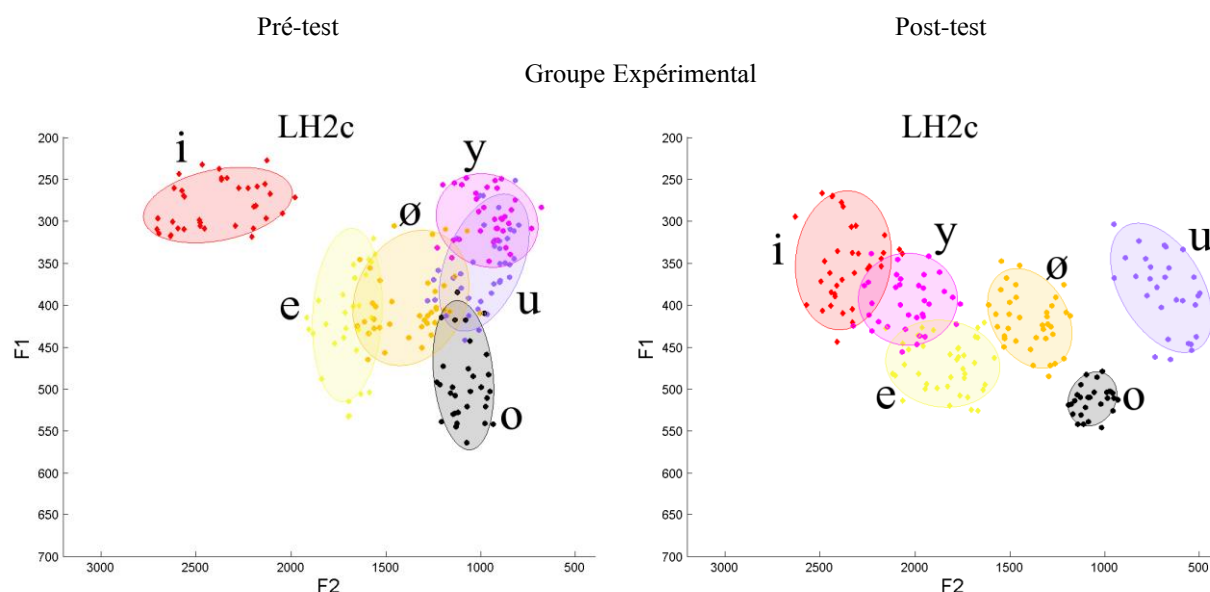


Figure IV.7 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour le locuteur italophone LH2c.

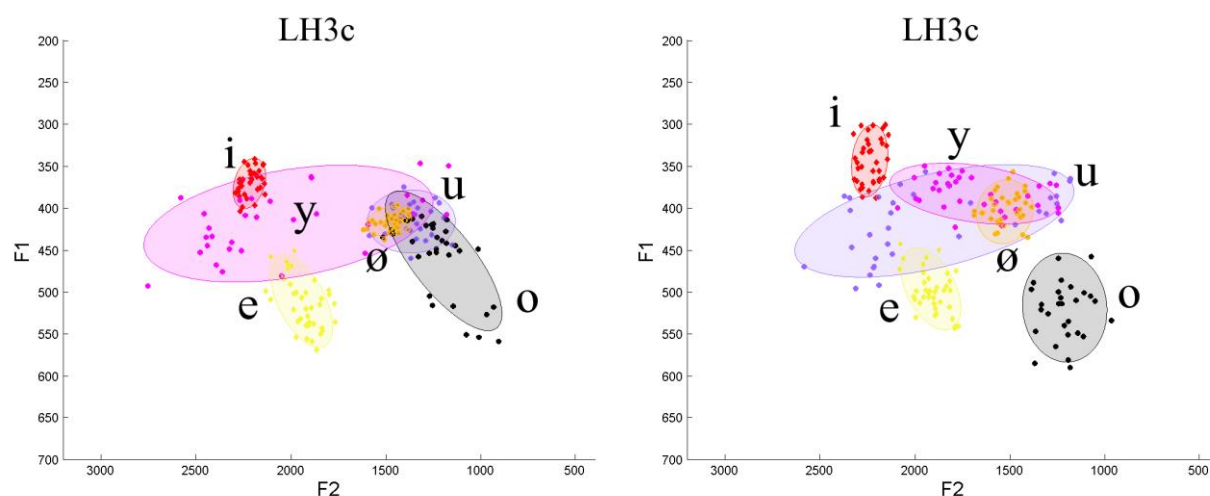


Figure IV.8 Espaces acoustiques F_1/F_2 , mesurés à partir du corpus CVCV au pré-test et au post-test de français langue étrangère pour le locuteur italophone LH3c.

Les valeurs moyennes des formants F_1 , F_2 , F_3 et F_4 pour les qualités vocaliques du français produites au pré-test et au post-test par les 12 locuteurs sont présentées Annexe X. S'agissant des voyelles communes aux deux langues /i e o u/, valeurs moyennes et écarts types ne montrent pas de différences élevées entre le pré-test et le post-test chez les locuteurs. En revanche, les écarts types diminuent fortement entre le pré-test et le post-test, suggérant une diminution de la dispersion des réalisations d'une catégorie donnée. La Table IV.5 montre, qu'excepté pour F_3 des réalisations de /e/ produites par les locutrices et F_3 des réalisations de /o/ produites par les locuteurs, les t-tests calculés selon la méthode précisée en IV.2 confirment l'absence de différence significative des valeurs moyennes de formants entre les deux évaluations ($p > .05$).

		Locuteurs	Locutrices
/ i /	F ₁	0,505	0,989
	F ₂	0,804	0,860
	F ₃	0,116	0,259
	F ₄	0,980	0,458
/ e /	F ₁	0,884	0,874
	F ₂	0,307	0,364
	F ₃	0,837	0,023
	F ₄	0,967	0,761
/ o /	F ₁	0,287	0,499
	F ₂	0,576	0,729
	F ₃	0,040	0,425
	F ₄	0,150	0,192
/ u /	F ₁	0,757	0,435
	F ₂	0,847	0,364
	F ₃	0,383	0,442
	F ₄	0,231	0,413

Table IV.5 Valeur *p* par t-test apparié appliqué aux mesures moyennes de formants pour les qualités vocaliques /i e o u/ du pré-test et du post-test de français (corpus CVCV), pour les trois locuteurs et les neuf locutrices italo-phones.

Les moyennes des valeurs formantiques relevées (cf. Annexe X) dans les deux tests pour chacune des voyelles antérieures arrondies [y] et [ø] sont voisines même si, pour [y/], F₂ est plus élevée (F₂ 1251 Hz *vs* 1791 Hz) et F₃ plus basse (F₃ 2908 Hz *vs* 2630 Hz) au post-test qu'au pré-test. L'évolution du système acoustique vocalique du français ayant été constatée de façon évidente chez tous les locuteurs italo-phones n'appartenant pas au cas (e) (pour lesquels les catégories du français sont en place dès le pré-test), ces résultats sur les valeurs moyennes de formants doivent être considérés avec prudence et engagent à une observation des productions en intra-sujet. Les productions de LF1 et LH1 peuvent, parmi d'autres, être considérées comme de bonnes illustrations de cela. Les projections F₁/F₂ de leurs productions des voyelles au pré-test et au post-test (cf. plus haut) peuvent montrer une évolution de la structure de leurs espaces acoustiques respectifs. Les dispersions des réalisations de /y/ occupent le même espace que la dispersion mesurée pour /u/ au pré-test mais se trouvent dans la zone acoustique attendue en français au post-test. La Table IV.6 indique les valeurs *p* des t-tests appariés qui comparent les moyennes formantiques obtenues au pré-test et au post-test par les trois locuteurs d'une part et par les neuf locutrices d'autre part. Les valeurs moyennes de formants trouvées pour /y/ et /ø/ ne montrent pas de différence significative (*p* > .05). Ces deux constatations suggèrent la nécessité de compléter les analyses par des observations par sujet et d'observer l'évolution de la taille et des directions des ellipses, ainsi que les distances qui les séparent les unes des autres.

		Locuteurs	Locutrices
/ y /	F ₁	0,619	0,997
	F ₂	0,312	0,135
	F ₃	0,330	0,988
	F ₄	0,038	0,286
/ ø /	F ₁	0,651	0,865
	F ₂	0,293	0,519
	F ₃	0,634	0,241
	F ₄	0,300	0,196

Table IV.6 Valeur *p* par t-test apparié appliqué aux mesures moyennes de formants pour les qualités vocaliques /i e o u/ du pré-test et du post-test de français (corpus CVCV), pour les trois locuteurs et les neuf locutrices italo-phones

La Figure IV.9 schématise l'évolution, dans l'espace acoustique vocalique, de la réalisation moyenne de [y] pour chaque locuteur italophone testé en production du français. La figure a été créée à la fois à partir des Figure IV.2 à Figure IV.8, des valeurs acoustiques recueillies pour les productions de chaque sujet dans le corpus CVCV et des valeurs formantiques données par Calliope (1989) et considérées dans ce travail valeurs prototypiques. Les positions des voyelles fermées /i/, /y/ et /u/ du français (en haut de la figure) correspondent aux valeurs prototypiques de Calliope (1989), renseignant sur les valeurs de référence à atteindre. Les mesures moyennes des formants F_1 et, plus parlant, F_2 , du centroïde de /y/ ont été calculées à partir de l'ensemble des réalisations de chaque sujet au pré-test d'une part et au post-test d'autre part. En haut de la figure, il s'agit d'ailleurs de la position du centroïde au pré-test et en bas de la figure, de la position du centroïde au post-test, ce qui revient à décrire le comportement d'un sujet par deux marqueurs. Le tracé fléché reliant les deux marqueurs indique l'évolution, à l'intérieur de cet espace acoustique cible, de la production de /y/ pour chaque locuteur (dont l'intitulé est indiqué à côté). Les tracés s'appuient principalement sur les valeurs moyennes de F_2 , F_1 de /y/ ne subissant que très peu de variations entre le pré-test et le post-test chez l'ensemble des sujets. Pour compléter ces observations sur la réalisation de [y] par les italophones à l'intérieur de l'espace acoustique de référence, les points et les croix renseignent sur la place qu'occupe le centroïde de /y/ à l'intérieur de l'espace acoustique du locuteur. La croix indique un centroïde situé à une distance acoustique attendue des centroïdes /i/ et /u/ dans l'espace acoustique de celui-ci. Le point informe d'une réalisation moyenne de [y] présentant des valeurs F_1 et F_2 proches des valeurs attendues, autrement dit à bonne distance de [i] et de [u], mais qui peuvent encore être décrites comme à tendance relâchée ou centrale lorsque leurs positions dans l'espace acoustique du locuteur sont comparées à celles des autres qualités vocaliques qu'il a produites. La figure rend visible l'évolution de la place de [y] dans les systèmes acoustiques, déplacement dû à des différences de valeurs en F_2 . Les mesures moyennes d'écarts types en F_2 de /y/ produit par l'ensemble des 12 locuteurs sont plus élevées au pré-test qu'au post-test : $Moy_{pré-test} = 1251 \pm 225 \text{ Hz}$; $Moy_{post-test} = 1791 \text{ Hz} \pm 71 \text{ Hz}$. Cette différence de dispersion des réalisations suggère un déplacement de l'ellipse de /y/. Les productions de LH1 (pour $F_{2/y/}$: $Moy_{pré-test} = 818 \pm 267 \text{ Hz}$; $Moy_{post-test} = 1699 \text{ Hz} \pm 311 \text{ Hz}$) et LF1 ($Moy_{pré-test} = 1195 \text{ Hz} \pm 447 \text{ Hz}$; $Moy_{post-test} = 2021 \pm 211 \text{ Hz}$) sont de bonnes illustrations du phénomène. Les mesures de distance entre les nuages de points de /y/ et /u/ calculées à partir de l'équation de Welch sur les valeurs de F_2 confirment la réorganisation du système vocalique à l'intérieur de l'espace acoustique des apprenants de français. Pour 7 des 12 locuteurs, la distance F_2 entre /y/ et /u/ est trouvée plus élevée au post-test, suggérant la mise en place de la catégorie /y/. À propos de LF6 et LF7_C, dont la variabilité de réalisation de /y/ a déjà été évoquée en IV.2, réalisations qui peuvent s'apparenter à des occurrences de /y/ autant que de /u/, les écarts types de F_2 sont trouvés très élevés au pré-test : LF6 : $\sigma_{y/} = 376 \text{ Hz}$; LF7_C : $\sigma_{y/} = 443 \text{ Hz}$. On observe pour ces deux locutrices une évolution du centre de gravité vers la zone acoustique attendue pour /y/ en langue cible, avec au post-test une position correcte du centroïde à l'intérieur de l'espace acoustique du sujet, autrement dit à bonne distance de /i/ et /u/. Pour les 3 locutrices LF4, LF5 et LF8_C, la différence de distance observée entre les centroïdes est équivalente au pré-test et au post-test. Pour les 2 locuteurs LF4 et LH3_C, la distance est diminuée au post-test comparativement à celle trouvée au pré-test. Pour LH3_C, les mesures calculées à partir de l'équation de Welch indiquent une proximité forte des centres d'ellipse (pré-test : 131 Hz ; post-test : 24 Hz).

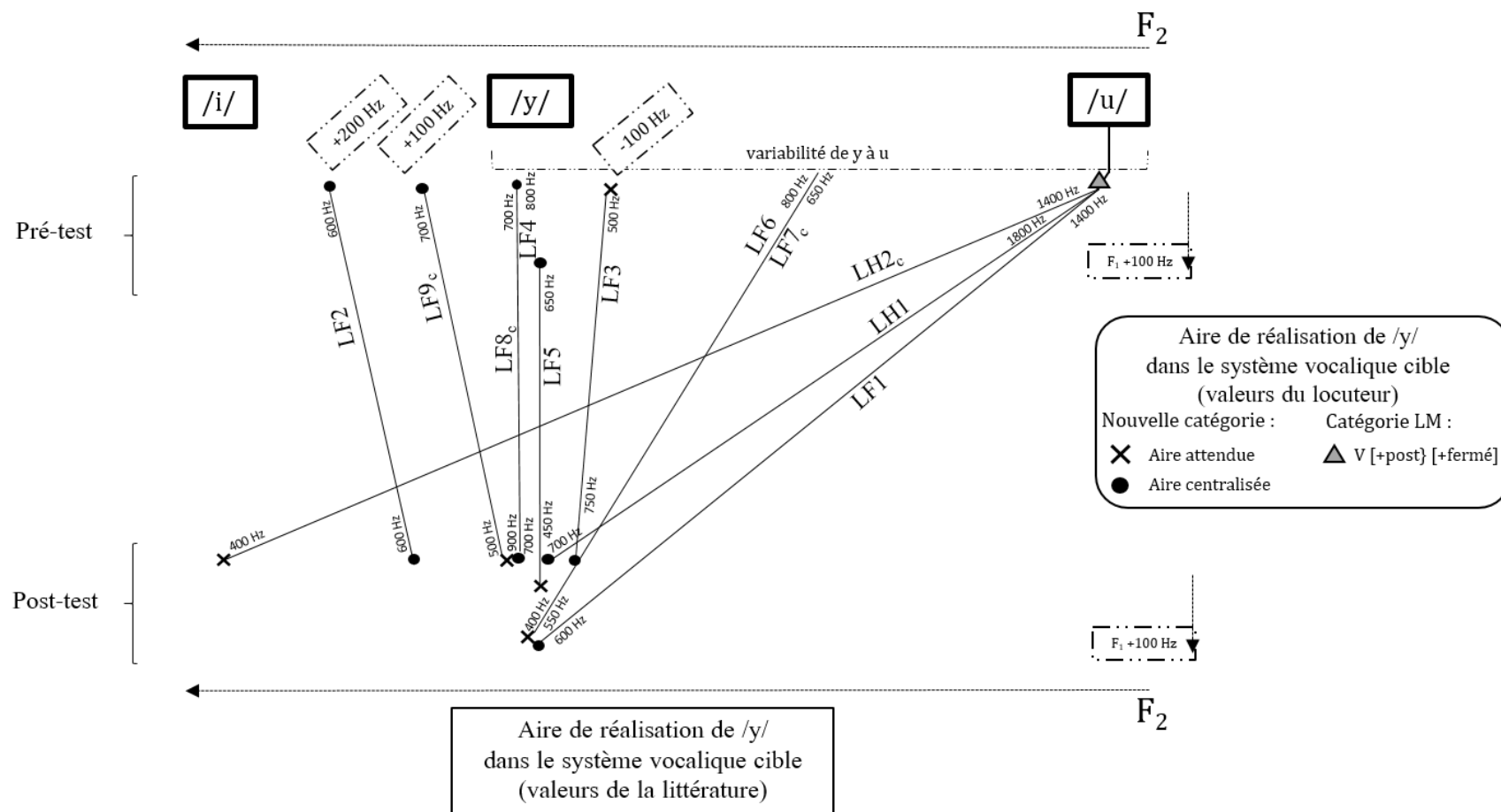


Figure IV.9 Mise en place de la catégorie non-native /y/ dans l'espace acoustique des 12 locuteurs italophones du pré-test au post-test de français.

La locutrice LF4 présente des mesures indiquant que le centre de l'ellipse pour /y/ est, dès le pré-test, à distance suffisante du centre de l'ellipse de /u/ (pré-test : 1468 Hz ; post-test : 1575 Hz). Les espaces acoustiques présentés Figure IV.5 et Figure IV.7 en témoignent.

La Table IV.11 présente une partie des mesures de distance entre F_1 et F_2 selon la formule de Bhattacharyya, calculée au pré-test et au post-test et qui renseigne sur les différences de chevauchement entre chaque paire d'ellipses. Les valeurs indiquent un éloignement des ellipses /y/ et /u/ au post-test chez tous les sujets excepté chez LF2 et LH3. Comme montré dans la Figure IV.9 et de façon visible dans les plans F_1/F_2 , les productions de LF2 et LH3_C au pré-test présentent une grande dispersion sur l'axe de F_1 et leurs réalisations [y] sont, comparativement à ce qui est attendu en français, acoustiquement trop proches de celles de [i] (en raison pour LH3_C d'une variabilité élevée). Au post-test, une progression des productions de /y/ en faveur de celle attendue dans le système acoustique français est donc notée également chez ces sujets. La Figure IV.9 montre également que les réalisations de la voyelle non-native /y/ se distinguent mieux de /i/ et de /u/ au post-test qu'au pré-test mais que les locuteurs LF1, LF3, LF4, LF8_C et LH1 réalisent la qualité vocalique /y/ de façon plus centrale qu'attendue. La place du centroïde de /y/ au post-test chez LF2 est moins antérieure qu'au pré-test, suggérant une progression, mais la place de /y/ est encore centrale dans l'espace acoustique du sujet. La Figure IV.9 montre pour le locuteur LH2_C une progression majeure dans les productions de /y/ entre le pré-test et le post-test. Alors qu'il y avait confusion totale des réalisations acoustiques entre /u/ et /y/ au pré-test, la valeur moyenne de F_2 de /y/ a augmenté au post-test de sorte d'occuper une place adéquate dans son espace acoustique vocalique. Toutefois, comparativement aux valeurs de F_2 pour les voyelles /i y u/ livrées par Calliope (*ibid.*), les valeurs sont celles attribuées à /i/ en français, suggérant que LH2_C utilise un espace acoustique du français plus large que celui utilisé par les locuteurs natifs du français, ce qui concorde avec les observations du chapitre II. Ce résultat pourrait suggérer que chez une partie des sujets, la structure du système sonore est en évolution, en direction des valeurs attendues en français, mais qu'en fin de formation, les catégories n'occupent pas encore la place attendue dans le système acoustique français.

Concernant les productions de /ø/ au pré-test, les Figure IV.2 à Figure IV.8 et l'observation des distances de Bhattacharyya mesurées à partir des réalisations de /ø/ et des points de dispersion des ellipses voisines /i e y o u/ sur l'axe F_1 et l'axe F_2 , montrent qu'il n'y a aucune confusion par les sujets de [ø] avec [e]. Une confusion des réalisations de type [ø] avec celles de type [o] est relevée dans les productions de LF8_C, LH2 et LH3 et des réalisations de type [ø] avec celles de type [u] dans les productions de LH2. La Table IV.7 présente les distances de Bhattacharyya, calculées sur des distributions gaussiennes pour les paires de voyelles dans le plan F_1/F_2 pour chaque sujet et par test. Pour la moitié des locuteurs est trouvé au pré-test un chevauchement moindre de l'ellipse de /ø/ avec l'ellipse de /u/ qu'avec l'ellipse de /o/. Le résultat inverse est observé pour l'autre moitié des locuteurs. Un t-test apparié appliqué aux mesures de Bhattacharyya à partir des mesures de distances moyennes séparant /u/ de /ø/ d'une part et /o/ de /ø/ d'autre part ne suggère aucune différence significative ($p > .22$). Ces résultats ne permettent pas de renseigner la façon dont les locuteurs italophones traitent /ø/ et mettent en place la catégorie à l'intérieur de leur système vocalique. Cependant, les distances de Bhattacharyya mettent en avant une diminution, au post-test, du chevauchement de /ø/ avec les ellipses postérieures.

	LF1		LF2		LF3		LF4		LF5		LF6	
	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test
/ e /-/ i /	0,40	0,70	1,70	6,30	4,80	21,70	8,20	7,00	1,60	0,70	1,60	0,30
/ e /-/ y /	4,30	0,80	1,70	6,80	3,40	17,90	5,40	7,90	1,20	1,60	1,90	1,00
/ e /-/ ø /	2,50	1,70	2,40	6,10	33,20	12,60	8,10	7,00	2,90	3,60	2,10	3,00
/ u /-/ y /	0,10	4,50	5,50	4,60	7,60	12,10	7,80	27,80	4,50	9,20	0,90	7,40
/ u /-/ ø /	1,50	1,30	4,40	2,60	21,60	29,20	12,60	33,90	3,10	5,60	5,10	5,80
/ o /-/ y /	0,70	4,30	4,80	8,60	6,00	10,80	6,70	12,10	16,90	8,20	7,70	15,20
/ o /-/ ø /	1,20	1,00	3,70	5,10	14,30	5,40	5,30	13,40	8,10	3,80	8,50	15,20
/ y /-/ ø /	0,80	0,60	0,70	2,40	2,30	8,20	3,00	1,00	1,00	1,80	0,70	0,50
	LF7c		LF8c		LF9c		LH1		LH2c		LH3c	
	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test
/ e /-/ i /	1,50	2,20	4,60	1,90	2,00	2,30	9,30	5,90	3,40	2,40	4,00	4,90
/ e /-/ y /	0,50	0,60	3,10	2,10	1,20	1,70	17,60	1,80	4,30	0,80	1,40	3,60
/ e /-/ ø /	1,40	3,20	13,40	9,90	0,80	1,10	0,80	1,30	0,70	1,60	9,10	4,90
/ u /-/ y /	1,80	7,40	3,30	7,30	3,60	10,90	0,80	4,00	0,30	9,80	0,90	0,30
/ u /-/ ø /	5,20	4,40	3,30	1,00	3,30	8,80	4,10	5,90	0,70	3,90	0,40	0,70
/ o /-/ y /	2,30	7,70	4,40	6,20	5,80	65,90	2,80	5,10	2,50	10,60	1,20	2,80
/ o /-/ ø /	4,80	4,00	1,50	0,60	5,50	20,70	12,20	6,20	1,00	2,30	1,10	2,60
/ y /-/ ø /	0,70	1,10	2,20	5,10	0,20	0,70	15,70	0,40	1,20	2,40	1,30	0,40

Table IV.7 Distance de Bhattacharyya calculée sur des distributions gaussiennes pour certaines paires de voyelles dans le plan F_1/F_2 de l'espace vocalique des locuteurs italophones au pré-test et au post-test de français.

La distance entre les nuages de points correspondant à /y/ et /ø/ augmente en F_1/F_2 chez 7 sujets, suggérant la différenciation progressive des catégories chez les locuteurs. Chez les 5 autres, la distance entre /y/ et /ø/ dans le plan F_1/F_2 diminue au post-test : chez LF1 (de 0.8 à 0.6 points), LF4 (de 3.0 à 1.0 points), LF6 (de 0.7 à 0.5 points), LH1 (de 15.7 à 0.4 points) et LH3_c (de 1.3 à 0.4 points). Cependant, les projections dans le plan F_1/F_2 montrent que les catégories /y/ et /ø/ se mettent en place également chez ces locuteurs. La diminution de la distance trouve son origine entre autres dans une variabilité de réalisations de [y] plus importante au post-test chez LF4, le déplacement de l'aire de dispersion de /ø/ plus centrale au post-test qu'au pré-test chez LF1 et LF6, la mise en place de /y/ dans une zone acoustique plus centrale chez LF1, LH1 et LH3_c.

Les résultats mettent en avant une évolution des espaces acoustiques chez tous les sujets et une réorganisation de l'espace acoustique (excepté pour le locuteur LH3). Les valeurs moyennes de formants obtenues au post-test ne sont pas significativement différentes des valeurs obtenues au pré-test, mais les tailles et les directions des ellipses évoluent en faveur de la structure attendue en français. Les résultats montrent une mise en place des qualités vocaliques /y/ et /ø/, avec en particulier une diminution de la taille des aires correspondant à /y/, et une ellipse se déplaçant en direction de la voyelle antérieure non arrondie /i/. Les réalisations de /ø/ semblent évoluer de l'espace acoustique réservé à /u/ et/ou /o/ vers la zone centrale qui leur est destinée en français. En outre, /y/ et /ø/ se distinguent l'une de l'autre davantage au post-test qu'au pré-test. Les t-tests non appariés appliqués aux valeurs moyennes de formants ne suggèrent pas de différence significative au niveau de la progression en production des voyelles fermées et mi-fermées du français entre le groupe témoin et le groupe expérimental (« chant ») ($p > .05$). Toutefois, le t de Welch, qui prend en compte la variabilité et la direction des échantillons trouve des différences de moyennes significatives. Toutefois, il paraît prudent de compléter les observations avec une analyse des spectres sonores des voyelles fermées et mi-fermées /i e y ø o u/. L'intérêt serait de nous renseigner sur la capacité des sujets à produire la voyelle /y/ avec une focalisation spectrale comme attendu en français et sur la capacité à modifier la structure spectrale de /i/ étant donné que,

comme montré dans le chapitre II (cf. Section II.4), la paire de formants concernée par la focalisation n'est pas la même en italien et en français. Il est en outre possible que des différences de progression dans la modification de la structure spectrale des voyelles soient trouvées entre groupe témoin et groupe expérimental, en ce sens que la voix chantée peut améliorer la perception et la production d'indices acoustiques présents dans le signal sonore de parole (cf. Chapitre I).

IV.3.2 Évolution de la convergence entre formants

IV.3.2.1 Convergence formantique des voyelles /i e o u/

Nous avons montré dans le chapitre II (cf. Section II.4) que les voyelles ont des structures spectrales différentes et que certaines d'entre elles sont focales. Dans cette section, nous nous intéressons au phénomène de rapprochement entre paires de formants qui, dans certains cas, peut être décrit comme une convergence formantique (focalisation). La Table IV.8 et la Table IV.9 présentent les distances (exprimées en Hz) entre formants successifs pour chacune des voyelles /i e ø y o u/, dont les valeurs moyennes ont été mesurées à partir des corpus de phrases CVCV au pré-test et au post-test du français. La Table IV.9 présente pour le pré-test (en haut) et le post-test (en bas) les distances moyennes entre formants successifs, mais pour chacun des 12 locuteurs.

	Locuteurs				Locutrices			
	Pré-test		Post-test		Pré-test		Post-test	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
/ i /	F ₂ -F ₁	2083 (97)	2066 (69)		2300 (52)		2306 (69)	
	F ₃ -F ₂	631 (84)	737 (12)		647 (117)		694 (137)	
	F ₄ -F ₃	711 (121)	603 (27)		604 (117)		574 (90)	
/ e /	F ₂ -F ₁	1486 (44)	1545 (37)		1900 (35)		1942 (70)	
	F ₃ -F ₂	703 (57)	617 (28)		649 (78)		705 (69)	
	F ₄ -F ₃	987 (27)	1003 (57)		876 (136)		790 (123)	
/ o /	F ₂ -F ₁	605 (128)	625 (60)		590 (38)		591 (39)	
	F ₃ -F ₂	1613 (16)	1647 (43)		1834 (80)		1888 (97)	
	F ₄ -F ₃	957 (121)	709 (62)		964 (103)		974 (99)	
/ u /	F ₂ -F ₁	802 (192)	841 (155)		555 (45)		502 (49)	
	F ₃ -F ₂	1502 (89)	1606 (74)		1855 (69)		1923 (70)	
	F ₄ -F ₃	1033 (84)	723 (51)		1146 (113)		1140 (108)	

Table IV.8 Écart moyen (en Hz) entre formants successifs pour les voyelles communes à l'italien et au français /i e o u/ produites au pré-test et au post-test de français par l'ensemble des locuteurs italophones d'une part et l'ensemble des locutrices d'autre part.

LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c				
	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb				
/ i /	F ₂ -F ₁	2192	(132)		2357	(95)		2357	(204)		2442	(70)		2273	(86)		2085	(118)		2155	(199)		2623	(76)		2217	(71)		2307	(106)		2092	(238)		1849	(49)	
	F ₃ -F ₂	577	(254)	40	540	(461)	40	587	(135)	40	805	(172)	40	626	(343)	40	1083	(120)	40	565	(335)	40	148	(212)	40	890	(143)	40	593	(145)	40	526	(258)	40	774	(95)	40
	F ₄ -F ₃	377	(444)		821	(499)		893	(162)		478	(290)		364	(400)		625	(333)		406	(414)		816	(215)		656	(214)		551	(290)		847	(347)		736	(115)	
/ e /	F ₂ -F ₁	2022	(141)		2026	(120)		1862	(182)		1933	(186)		1820	(205)		1789	(195)		1712	(215)		2187	(135)		1748	(209)		1675	(180)		1347	(206)		1435	(120)	
	F ₃ -F ₂	345	(310)	42	671	(112)	42	695	(200)	42	659	(182)	42	760	(188)	42	836	(139)	42	595	(356)	38	506	(246)	42	770	(185)	42	561	(150)	42	871	(193)	42	679	(79)	42
	F ₄ -F ₃	678	(518)		955	(287)		830	(426)		1092	(174)		969	(300)		1124	(367)		533	(521)		658	(397)		1048	(139)		976	(125)		896	(168)		1090	(118)	
/ o /	F ₂ -F ₁	689	(172)		618	(129)		462	(135)		607	(145)		537	(201)		593	(93)		558	(131)		630	(147)		620	(216)		452	(84)		619	(127)		745	(324)	
	F ₃ -F ₂	1665	(263)	38	1911	(189)	38	2010	(189)	38	1734	(183)	38	1938	(436)	38	1564	(190)	38	1795	(265)	36	2079	(249)	38	1812	(209)	38	1937	(223)	38	1587	(193)	38	1317	(220)	38
	F ₄ -F ₃	1001	(473)		924	(208)		825	(185)		1016	(159)		926	(323)		1305	(207)		973	(224)		838	(238)		871	(134)		935	(302)		890	(317)		1047	(101)	
/ u /	F ₂ -F ₁	572	(207)		484	(184)		460	(136)		549	(164)		449	(276)		607	(151)		410	(176)		701	(183)		764	(247)		590	(158)		625	(143)		1192	(482)	
	F ₃ -F ₂	1835	(281)	40	2046	(229)	40	2090	(192)	40	1876	(205)	38	1915	(417)	40	1481	(229)	42	1860	(318)	34	1974	(265)	40	1616	(253)	40	1678	(350)	42	1744	(175)	42	1084	(242)	42
	F ₄ -F ₃	1214	(287)		1111	(292)		1208	(173)		1171	(200)		1010	(436)		1524	(331)		934	(479)		1068	(396)		1073	(178)		997	(323)		1081	(284)		1021	(161)	

LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c				
	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb				
/ i /	F ₂ -F ₁	2185	(258)		2418	(152)		2462	(80)		2620	(215)		2106	(156)		1975	(68)		2307	(96)		2469	(55)		2214	(140)		2247	(81)		2056	(188)		1896	(59)	
	F ₃ -F ₂	548	(351)	40	821	(397)	40	500	(127)	40	401	(433)	40	922	(303)	40	1193	(81)	40	430	(326)	40	393	(336)	40	1033	(79)	40	656	(171)	40	633	(192)	40	921	(172)	40
	F ₄ -F ₃	531	(481)		449	(441)		864	(370)		663	(429)		357	(370)		518	(355)		628	(426)		701	(368)		451	(167)		724	(276)		494	(222)		591	(243)	
/ e /	F ₂ -F ₁	1873	(305)		2045	(106)		1868	(101)		2170	(61)		1846	(167)		1854	(109)		1833	(182)		2116	(142)		1872	(136)		1828	(143)		1385	(185)		1421	(111)	
	F ₃ -F ₂	746	(246)	42	685	(175)	42	642	(144)	42	630	(82)	42	721	(245)	42	897	(82)	42	687	(247)	42	694	(166)	42	644	(243)	42	572	(141)	42	741	(178)	42	536	(123)	42
	F ₄ -F ₃	580	(598)		838	(408)		571	(530)		900	(441)		1026	(311)		993	(323)		746	(492)		404	(393)		1055	(193)		1028	(212)		817	(120)		1166	(110)	
/ o /	F ₂ -F ₁	722	(170)		684	(144)		536	(85)		618	(110)		519	(187)		522	(85)		583	(142)		627	(183)		512	(154)		599	(88)		551	(129)		724	(206)	
	F ₃ -F ₂	1913	(221)	38	1756	(243)	38	1907	(120)	38	2125	(154)	38	1832	(453)	38	1647	(142)	38	1849	(231)	38	2085	(210)	38	1875	(207)	38	1848	(315)	38	1701	(231)	38	1392	(264)	38
	F ₄ -F ₃	1024	(434)		1005	(164)		936	(153)		864	(184)		1030	(329)		1185	(169)		895	(145)		851	(184)		980	(162)		659	(369)		549	(267)		921	(258)	
/ u /	F ₂ -F ₁	653	(238)		625	(271)		558	(103)		384	(214)		408	(227)		452	(193)		451	(190)		589	(196)		399	(258)		619	(134)		419	(277)		1483	(445)	
	F ₃ -F ₂	1935	(292)	40	1719	(291)	40	2136	(217)	40	2229	(316)	40	1961	(386)	40	1516	(156)	42	2004	(304)	40	2033	(282)	38	1773	(199)	40	1676	(401)	40	1955	(372)	40	1188	(262)	40
	F ₄ -F ₃	1018	(370)		1228	(320)		1160	(224)		1147	(461)		1075	(431)		1512	(198)		886	(478)		1055	(260)		1175	(235)		821	(445)		723	(354)		626	(359)	

Table IV.9 Écart moyen (en Hz) entre formants successifs pour les voyelles communes à l'italien et au français /i e o u/ et pour les voyelles du français absentes de l'italien /y/ et /ø/ produit par chaque participant au pré-test (en haut) et au post-test (en bas).

Voyelle /i/

Dans la section IV.2, nous avons montré une grande variabilité des résultats dans les réalisations de /i/ et nous avons rapporté que la moitié des locuteurs produit /i/ avec une convergence formantique au niveau de F_3 et F_4 , et que l'autre moitié des locuteurs réalise /i/ avec, soit un rapprochement plus important des formants F_2 et F_3 , soit une distance comparable entre F_2 et F_3 d'une part et F_3/F_4 d'autre part. Les résultats trouvés au post-test suggèrent une moins bonne production de /i/ en français : 4 locuteurs maintiennent un rapprochement entre F_3 et F_4 , 3 locuteurs effectuent le rapprochement entre F_2 et F_3 et 6 autres sujets présentent un rapprochement de formants sensiblement identique entre F_2-F_3 et F_3-F_4 . Les mesures de la Table IV.9 mettent en évidence le maintien de la disparité des écarts entre F_3 et F_4 : pré-test_{Locutrices} entre 377 et 893 Hz, pré-test_{Locuteurs} entre 551 et 847 Hz, post-test_{Locutrices} entre 357 et 864 Hz, post-test_{Locuteurs} entre 591 et 724 Hz.

La Figure IV.10 décrit les résultats concernant la distance entre paires de formants pour la voyelle /i/. En ordonnées est représentée une mesure d'écart moyen $F_j - F_i$ du sujet normalisée par la mesure d'écart moyen $F_j - F_i$ donnée par Calliope (1989) (rapport = 1, cf. IV.1). En abscisses se trouve l'information « sujet ». Chaque point représente le rapport à la moyenne qui, elle, correspond à la ligne horizontale tracée en pointillés gris. À chaque sujet correspondent deux points, un décrivant la mesure du rapport en situation pré-test et un pour la situation post-test. La flèche qui relie chaque paire de points symbolise l'évolution de la taille de la distance entre les deux formants (taille faible ou taille élevée) ainsi que la direction de la distance (vers la mesure de distance attendue ou opposée). Les distances entre F_3 et F_4 pour /i/, normalisées par l'écart moyen attendu en français et présentées Figure IV.10, mettent en évidence des écarts à la référence > 1 , à la fois au pré-test et au post-test. Ce résultat confirme une tendance des locuteurs italophones à réaliser /i/ avec une distance plus grande entre F_3 et F_4 qu'attendue. Cependant, comme le montre la direction des flèches (la queue de la flèche indique le rapport à la référence en situation pré-test et la pointe de la flèche en situation post-test), les évolutions ne sont pas homogènes. Chez certains, la distance entre F_3 et F_4 évolue en faveur de la distance prototypique (entre autres LF1, LF2, LF7, LH2_C) ; chez d'autres, le résultat est opposé (LH1). D'autres encore, comme LF3 et LF5 maintiennent une mesure d'écart constante. Pour LF3, l'écart entre formants est plus grand que celui attendu en français tandis que pour LF5, l'écart entre formants est plus petit que celui attendu. La Figure IV.10 met en évidence l'évolution des distances entre F_2 et F_3 . La moitié des sujets tendent vers une augmentation de l'écart entre F_2 et F_3 , se rapprochant davantage au post-test qu'au pré-test de la mesure d'écart cible.

Voyelle /u/

La Table IV.8, qui présente les distances moyennes par genre de locuteurs, montre, pour les voyelles postérieures /u o ɔ/, une tendance des sujets à réduire l'écart qui sépare F_1 et F_2 entre le pré-test et le post-test. La Figure IV.11 se compose d'une représentation des mesures d'écart entre F_3 et F_4 (au dessus) et d'une représentation des mesures d'écart entre F_2 et F_3 (en dessous). La Table IV.8 et la Figure IV.11 mettent en évidence une évolution différente du rapprochement entre formants pour la voyelle /u/ selon les participants. Pour les locutrices LF1, LF2 et LF3, l'écart entre F_1 et F_2 augmente entre le pré-test et le post-test, ce que montre la Figure IV.11. Cela accroît davantage la différence de mesures, déjà constatée au pré-test, avec les valeurs de référence pour le français. Les valeurs de distance s'échelonnent au pré-test entre 410 Hz et 764 Hz et au post-

test entre 384 Hz et 653 Hz chez les locutrices. L'évolution en direction des mesures du français est nette chez LF9c. Ainsi, les résultats décrivent pour /u/ un centre de gravité spectral en F_1/F_2 dès le pré-test, mais un rapprochement plus important au post-test.

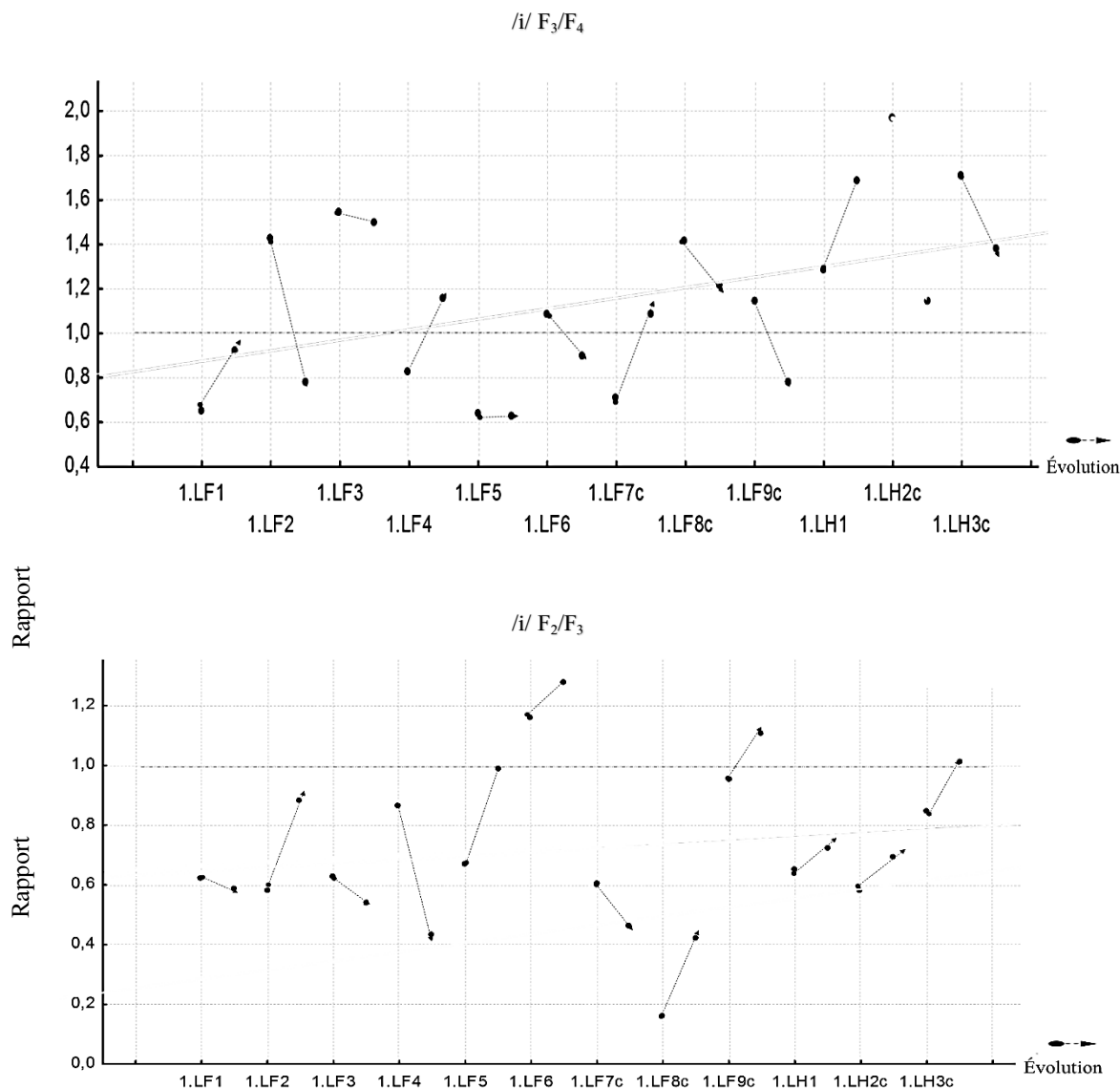


Figure IV.10 Mesures d'écart F_4-F_3 (en haut) et F_3-F_2 (en bas) normalisées avec la mesure d'écart retenu comme référence pour le français (Calliope, 1989).

Comme trouvé pour l'italien et au pré-test de français (section IV.2), les mesures de distances entre formants successifs présentées dans la Table IV.8 montrent que les spectres acoustiques voyelles antérieures [i] diffèrent de ceux des réalisations des voyelles postérieures [u] et [o]. Concernant les voyelles antérieures fermées [i], le rapprochement est entre les formants supérieurs, F_2 , F_3 et F_4 . Pour les voyelles postérieures fermées [u] et les voyelles postérieures mi-fermées [o], les formants F_1 et F_2 se concentrent.

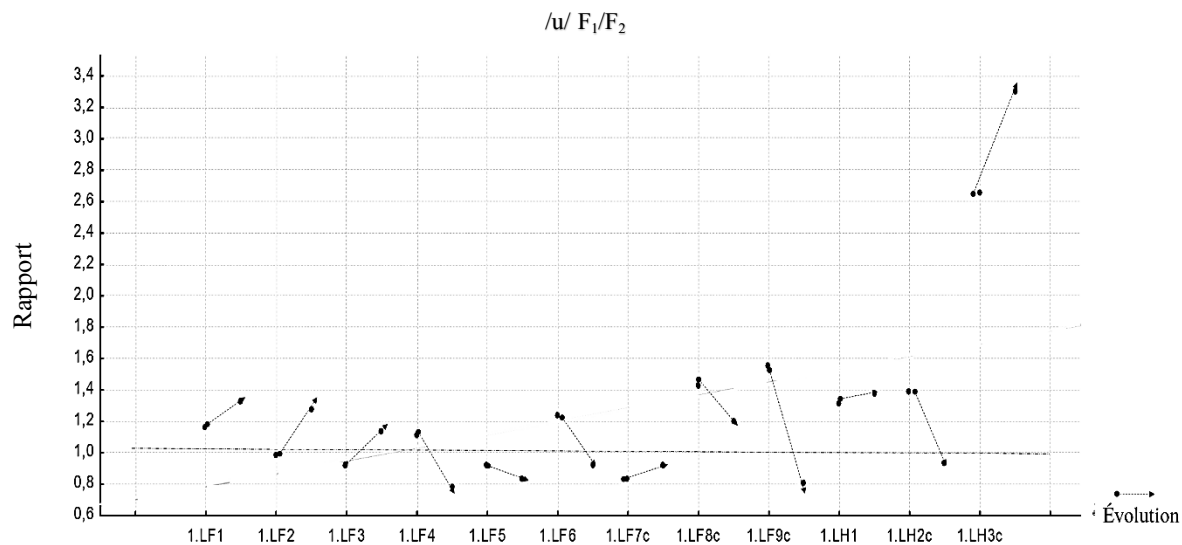


Figure IV.11 Mesures d'écart F_2-F_1 normalisées avec la mesure d'écart retenu comme référence pour le français (Calliope, 1989). LH3_c présente un comportement atypique.

Les réalisations des voyelles /i/ et /u/ progressent en faveur du modèle attendu en français langue étrangère. La question est donc de savoir si les sujets parviennent également à produire des voyelles focales comme attendu dans cette langue, et avec un pic d'énergie dans la même zone acoustique que dans des réalisations vocaliques de /i/ et /u/ par des locuteurs natifs.

La focalisation de /i/ et /u/

De la Table IV.10 se dégagent plusieurs éléments. Les réalisations des voyelles antérieures /i/ et /ε/ présentent, dans les deux tests de français langue étrangère, des valeurs $(F_2-F_1) > 3.5$ Barks. Concernant les réalisations acoustiques des voyelles postérieures /u/ et /o/, les distances entre F_1 et F_2 sont trouvées supérieures à 3.5 Bark. Bien que cela suggère que ces deux voyelles ne soient pas focales, les mesures montrent des distances qui évoluent légèrement entre le pré-test et le post-test, suggérant un effet de la formation sur le spectre acoustique de ces voyelles. Pour /u/, l'écart formantique entre F_1 et F_2 est plus petit au post-test qu'au pré-test. Pour /o/, le résultat inverse est trouvé : les valeurs de distance sont légèrement plus élevées au post-test qu'au pré-test.

		Locuteurs				Locutrices			
		Pré-test		Post-test		Pré-test		Post-test	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
/ i /	F ₂ -F ₁	10,85	(,97)	10,66	(,63)	10,93	(,83)	10,93	(,74)
	F ₃ -F ₂	1,61	(,36)	1,83	(,44)	1,46	(,60)	1,56	(,70)
	F ₄ -F ₃	1,45	(,33)	1,20	(,18)	1,15	(,38)	1,09	(,30)
/ e /	F ₂ -F ₁	8,08	(,58)	8,25	(,99)	9,29	(,53)	9,39	(,38)
	F ₃ -F ₂	2,11	(,57)	1,82	(,40)	1,65	(,41)	1,75	(,23)
	F ₄ -F ₃	2,17	(,19)	2,22	(,40)	1,72	(,37)	1,51	(,44)
/ o /	F ₂ -F ₁	4,20	(,72)	4,28	(,43)	3,99	(,41)	4,04	(,49)
	F ₃ -F ₂	6,05	(1,29)	5,97	(,89)	6,43	(,55)	6,58	(,38)
	F ₄ -F ₃	2,10	(,24)	1,59	(,43)	1,96	(,32)	1,96	(,27)
/ u /	F ₂ -F ₁	5,35	(1,41)	5,33	(2,46)	4,08	(,78)	3,71	(,70)
	F ₃ -F ₂	5,57	(1,72)	5,95	(2,33)	7,01	(,78)	7,31	(,69)
	F ₄ -F ₃	2,25	(,04)	1,61	(,30)	2,36	(,37)	2,33	(,43)

Table IV.10 Écart moyen (en Bark) entre formants successifs pour les voyelles /i e o u/ produit au pré-test et au post-test par genre de sujets.

Les résultats corroborent ceux précédemment trouvés quant aux qualités vocales trouvées focales et aux formants qui se concentrent.

- On observe une production focale de /i/ au niveau de F₃ et F₄ chez les deux groupes témoin et expérimental au post-test ((F₄-F₃) < 1.5 Bark). Toutefois, au pré-test, la convergence formantique était située chez les locuteurs du groupe expérimental au niveau de F₂ et F₃ (534 Hz entre F₂ et F₃ vs. 626 Hz entre F₃ et F₄) et chez les locuteurs du groupe témoin au niveau de F₃ et F₄. Les valeurs de F₃ sont plus élevées au post-test qu'au pré-test pour la voyelle [i]. Ainsi, les résultats comparés entre les deux groupes entre le pré-test et le post-test suggèrent que les structures spectrales de /i/ ont davantage changé dans les productions du groupe expérimental.
- Les mesures présentées dans la Table IV.10 mettent aussi en avant une absence de focalisation formantique dans les productions de /u/ et de /o/.

Lorsque l'on s'intéresse aux mêmes mesures que celles précédemment utilisées, mais que la variable de groupe (témoin vs expérimental) est ajoutée, on trouve des écarts de valeurs entre paires de formants qui se rapprochent davantage du français au post-test qu'au pré-test chez les locuteurs et locutrices du groupe expérimental. Les valeurs des rapports, présentées Table IV.11, indiquent pour F₃-F₂ de /i/ en pré et post-test < .80 pour le groupe témoin et < .70 pour le groupe expérimental confirment les observations précédentes. Toutefois, la comparaison des valeurs de formants des voyelles de l'italien et du français pré-test avec les mesures de la Table IV.11 suggèrent que les locutrices produisent toujours au post-test français un F₂ pour /i/ selon les critères de production de F₂ de l'italien (F₂/i/ = 2688 Hz (pré-test) et 2695 Hz (post-test)). La constatation est identique pour les locuteurs italophones : le phénomène est même amplifié.

		Locutrices					
		/ i /			/ u /		
		F ₄ -F ₃	F ₃ -F ₂	F ₂ -F ₁	F ₄ -F ₃	F ₃ -F ₂	F ₂ -F ₁
Témoin	Pré	1,03	0,75	1,06	1,13	1,11	1,06
	Post	0,98	0,78	1,07	1,12	1,14	1,04
Expérimental	Pré	1,09	0,57	1,08	0,96	1,08	1,27
	Post	1,03	0,66	1,08	0,98	1,15	0,97

		Locuteurs					
		/ i /			/ u /		
		F ₄ -F ₃	F ₃ -F ₂	F ₂ -F ₁	F ₄ -F ₃	F ₃ -F ₂	F ₂ -F ₁
Témoin	Pré	1,28	0,65	1,31	0,91	1,33	1,31
	Post	1,68	0,72	1,28	0,75	1,33	1,38
Expérimental	Pré	1,84	0,71	1,12	0,96	1,12	2,02
	Post	1,26	0,85	1,13	0,62	1,24	2,12

Table IV.11 Mesures d'écart de formants normalisés avec l'écart de formant sélectionné comme référence du français (Calliope, 1989) pour les qualités vocaliques /i/ et /u/ au pré-test (en haut) et au post-test (en bas) de français, prononcées par les trois locuteurs et les neuf locutrices italophones répartis dans les groupes témoin et expérimental.

Les mesures présentées dans la Table IV.12 et la Table IV.13 mettent aussi en avant une focalisation formantique pour /u/ en F₁/F₂, mais uniquement dans les productions post-test de français chez le groupe expérimental ((F₂-F₁)_{/u/} = 3.5 Bark). Les mesures d'écarts entre F₁ et F₂ pour /u/ entre le pré-test et le post-test pour chacun des groupes montrent une évolution dans la production de la focalisation plus importante chez le groupe expérimental. La distance entre F₁ et F₂ diminue de près d'1 Bark entre le pré-test et le post-test alors qu'elle reste équivalente chez le groupe témoin.

		Pré-test				Post-test			
		Témoin		Expérimental		Témoin		Expérimental	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
/ i /	F ₂ -F ₁	2284	(48)	2332	(72)	2294	(74)	2330	(43)
	F ₃ -F ₂	703	(133)	534	(97)	731	(146)	619	(146)
	F ₄ -F ₃	593	(121)	626	(115)	564	(50)	594	(136)
/ e /	F ₂ -F ₁	1909	(33)	1882	(44)	1943	(87)	1940	(25)
	F ₃ -F ₂	661	(68)	624	(87)	720	(74)	675	(45)
	F ₄ -F ₃	941	(120)	746	(195)	818	(113)	735	(152)
/ o /	F ₂ -F ₁	584	(37)	603	(45)	600	(44)	574	(21)
	F ₃ -F ₂	1804	(100)	1895	(29)	1863	(123)	1937	(13)
	F ₄ -F ₃	1000	(119)	894	(57)	1007	(116)	909	(19)
/ u /	F ₂ -F ₁	520	(50)	625	(39)	513	(57)	479	(38)
	F ₃ -F ₂	1874	(83)	1817	(35)	1916	(80)	1937	(55)
	F ₄ -F ₃	1206	(95)	1025	(156)	1190	(107)	1039	(134)

Table IV.12 Écart moyen (en Hz) entre formants successifs pour les voyelles /i e o u/ produites au pré-test et au post-test par l'ensemble des locutrices des groupes témoin et expérimental.

		Pré-test				Post-test			
		Témoin		Expérimental		Témoin		Expérimental	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
/ i /	F ₂ -F ₁	10,83	(,70)	11,15	(1,21)	10,90	(,91)	10,99	(,31)
	F ₃ -F ₂	1,58	(,49)	1,23	(,86)	1,65	(,71)	1,38	(,80)
	F ₄ -F ₃	1,12	(,41)	1,23	(,39)	1,06	(,33)	1,15	(,30)
/ e /	F ₂ -F ₁	9,31	(,36)	9,24	(,90)	9,36	(,37)	9,45	(,49)
	F ₃ -F ₂	1,67	(,44)	1,61	(,43)	1,79	(,29)	1,68	(,08)
	F ₄ -F ₃	1,83	(,28)	1,52	(,50)	1,55	(,37)	1,45	(,66)
/ o /	F ₂ -F ₁	3,93	(,45)	4,13	(,37)	4,06	(,59)	4,00	(,29)
	F ₃ -F ₂	6,34	(,64)	6,62	(,34)	6,46	(,37)	6,81	(,31)
	F ₄ -F ₃	2,04	(,37)	1,81	(,19)	2,02	(,29)	1,84	(,19)
/ u /	F ₂ -F ₁	3,86	(,38)	4,52	(1,29)	3,81	(,76)	3,50	(,64)
	F ₃ -F ₂	7,16	(,82)	6,72	(,76)	7,29	(,86)	7,35	(,22)
	F ₄ -F ₃	2,47	(,40)	2,13	(,12)	2,43	(,46)	2,14	(,35)

Table IV.13 Écart moyen (mesuré en Bark) entre formants successifs pour les voyelles /i e o u/ produites au pré-test et au post-test de français par les locutrices italophones du groupe témoin et du groupe expérimental.

Les distances entre formants successifs pour les réalisations de /u/ et de /o/ sont trouvées supérieures à 3.5 Bark dans les deux tests, mais l'écart entre F₁ et F₂ augmente légèrement chez le groupe témoin (de 3.93 Bark à 4.06 Bark) entre le pré-test et le post-test alors qu'elle diminue un peu chez le groupe expérimental (de 4.13 Bark à 4.00 Bark).

La Table IV.13 montre des différences de résultat plus élevées chez le groupe expérimental. Pour les productions de /i/ en particulier, les valeurs de distance entre paire de formants sont sensiblement identiques chez le groupe témoin alors qu'elles évoluent chez le groupe expérimental. Entre le pré et le post-test, sont relevées à la fois une diminution de la distance qui sépare F₃ de F₄ et une augmentation de celle entre F₂ et F₃. De même, concernant /u/, les valeurs correspondant aux réalisations moyennes du groupe témoin ne présentent pas de modification spécifique entre les deux tests. Au contraire, les mesures moyennes correspondant aux réalisations de /u/ du groupe expérimental montrent un écart entre F₁ et F₂ qui diminue et un écart entre F₂ et F₃ qui augmente au post-test. L'ensemble de ces résultats suggèrent pour la production de /i/ et /u/ un effet favorable de la méthode incluant la voix chantée sur la maîtrise de la convergence formantique.

IV.3.2.2 À propos des distances entre formants pour /y/

L'évolution de la mesure d'écart normalisée entre chaque paire de formant pour une voyelle donnée est observée sur les écarts formantiques entre F₁ et F₂ et entre F₂ et F₃ pour /y/ car ce sont ces paires de formants qui convergent et sont responsables de la prégnance auditive de la voyelle, et parce que nous avons trouvé une tendance des locuteurs à produire des occurrences de /y/ avec une valeur de F₂ trop basse.

La Figure IV.12 présente une normalisation des mesures d'écart, entre F₁ et F₂ d'une part (en bas) et entre F₂ et F₃ d'autre part (en haut), rapportées aux mesures de distance livrées par Calliope (1989) pour la voyelle /y/.

Les figures illustrent l'évolution, pour chaque locuteur, de la mesure d'écart formantique entre le pré-test et le post-test via un fléchage. La queue de la flèche présente la valeur du rapport de distance au pré-test et la pointe de la flèche, la valeur du rapport en situation post-test. L'encadré inférieur de la figure montre que la plupart des structures spectrales de /y/ présentent une distance moindre entre F_1 et F_2 au pré-test, suggérant l'augmentation de la valeur formantique de F_2 au post-test en direction de F_3 . L'élévation de la fréquence de F_3 est en effet observée, comme on peut le voir dans les Table IV.14 et Table IV.15. Cette progression dans la réalisation de la structure spectrale de /y/ vers celle attendue en langue cible apparaît très marquée chez LF1, LH1 et LH2c. Ce résultat concorde avec les observations concernant la confusion de /y/ avec la catégorie /u/ (cf. Figure IV.9). L'encadré supérieur de la Figure IV.12 présente l'évolution de la distance qui sépare F_2 et F_3 .

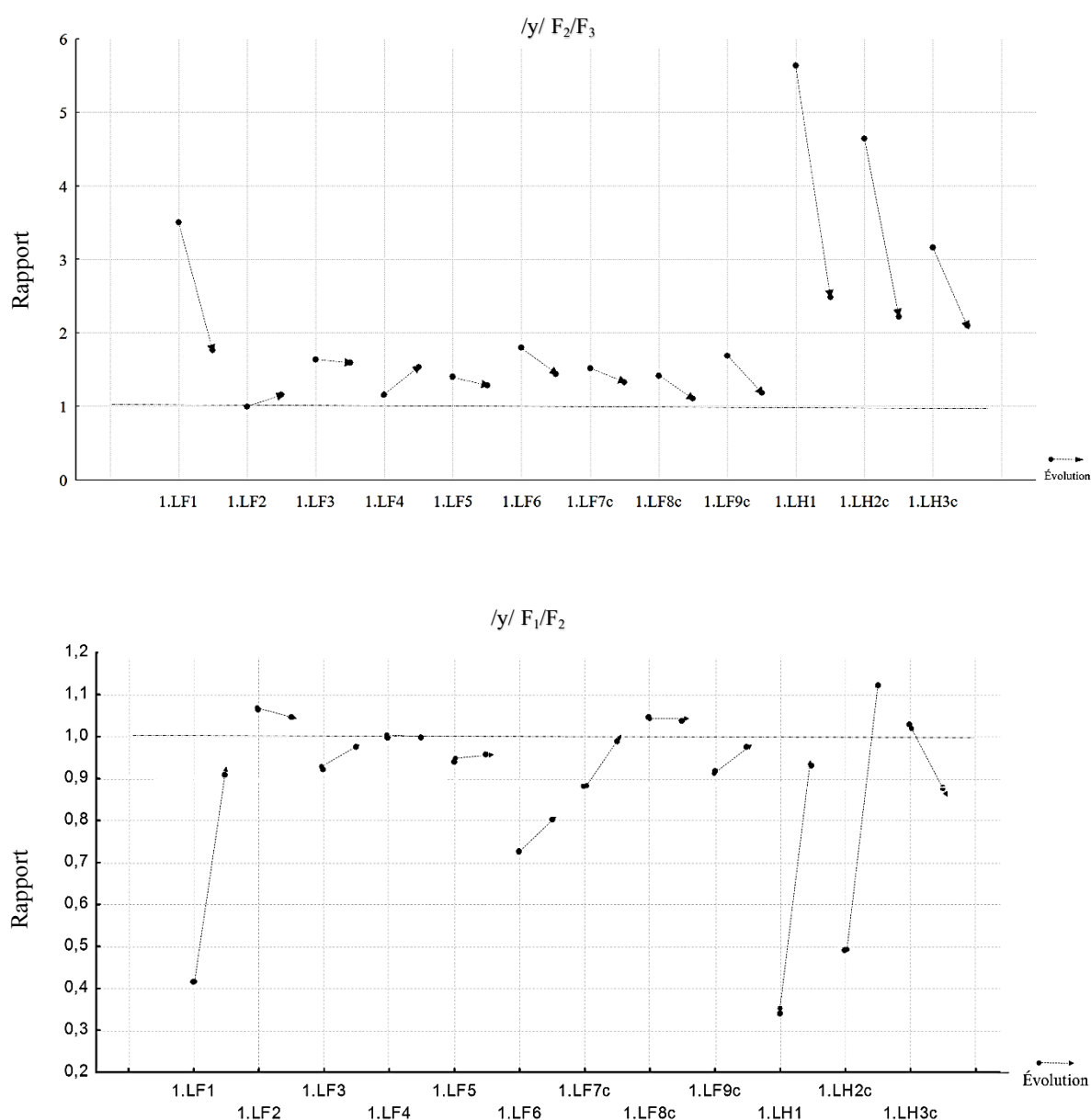


Figure IV.12 Mesures d'écart avec la référence prototypique du français (Calliope, 1989) au pré-test et au post-test de français, entre F_2 et F_3 (en haut) F_1 et F_2 (en bas) pour /y/ produit par les locuteurs italophones.

Chez la majorité des sujets est constatée une évolution en direction de l'écart attendu en français. LF2 et LF4 sont les seuls participants dont le spectre acoustique moyen pour /y/ présente une distance entre F₃ et F₄ qui se différencie de celle du français davantage au post-test qu'au pré-test. Confrontée à la réalisation de /i/, les moyennes de valeurs de /y/ suggèrent que la distinction /i/ vs /y/ se met en place sur la base d'un déplacement différent du formant F₃. Celui-ci se rapproche de F₄ dans les productions de /i/, mais se rapproche de F₂ dans les réalisations de /y/.

		LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb
/ y /	F ₁	447	(26)		382	(70)		387	(67)		329	(29)		410	(32)		411	(28)	
	F ₂	1195	(372)	42	2228	(228)	42	1991	(237)	42	2061	(161)	42	2041	(197)	42	1674	(376)	40
	F ₃	2906	(199)		2715	(115)		2792	(99)		2625	(57)		2729	(99)		2555	(192)	
	F ₄	4074	(351)		3964	(304)		3816	(155)		3826	(167)		3868	(168)		3942	(201)	
/ ø /	F ₁	470	(39)		474	(38)		513	(65)		431	(32)		438	(26)		449	(62)	
	F ₂	1728	(226)	42	1905	(164)	42	1491	(186)	42	1715	(233)	42	1738	(117)	42	1811	(149)	42
	F ₃	2775	(258)		2894	(86)		2963	(150)		2806	(138)		2810	(178)		2750	(117)	
	F ₄	4045	(386)		4004	(252)		4008	(97)		3947	(157)		3988	(179)		4053	(182)	

		LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb
/ y /	F ₁	453	(56)		305	(32)		362	(95)		330	(34)		299	(34)		433	(61)	
	F ₂	1986	(443)	27	2126	(287)	40	1952	(328)	40	818	(267)	40	1012	(241)	40	1924	(642)	40
	F ₃	2725	(264)		2818	(129)		2777	(197)		2903	(321)		2728	(154)		3093	(407)	
	F ₄	3729	(307)		4016	(119)		3777	(170)		3672	(282)		3796	(265)		4049	(595)	
/ ø /	F ₁	513	(38)		480	(65)		365	(24)		453	(34)		395	(54)		421	(24)	
	F ₂	1673	(225)	38	1572	(119)	42	2052	(142)	42	1785	(173)	42	1370	(181)	42	1487	(75)	42
	F ₃	2846	(209)		2871	(150)		2839	(78)		2590	(169)		2633	(145)		2503	(78)	
	F ₄	3937	(193)		3963	(110)		3914	(189)		3610	(175)		3596	(327)		3595	(125)	

Table IV.14 Valeurs moyennes, écarts types (entre parenthèses) et nombre d'occurrences pour les voyelles non-natives produites au pré-test par les locuteurs italophones. Le nombre de voyelles varie en fonction du nombre de données observables dans le corpus.

		LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb
/ y /	F ₁	439	(30)		311	(18)		330	(31)		400	(56)		417	(45)		440	(41)	
	F ₂	2021	(211)	42	2134	(215)	42	2020	(251)	42	2132	(113)	42	2079	(116)	42	1833	(465)	40
	F ₃	2885	(138)		2698	(88)		2799	(90)		2882	(100)		2709	(270)		2536	(108)	
	F ₄	3812	(421)		3923	(172)		3915	(194)		3980	(234)		3882	(206)		3728	(127)	
/ ø /	F ₁	432	(22)		415	(45)		560	(38)		516	(27)		443	(36)		448	(27)	
	F ₂	1674	(228)	42	1811	(119)	42	1518	(89)	42	2095	(116)	42	1763	(103)	42	1844	(92)	42
	F ₃	2936	(125)		2873	(101)		2951	(136)		3125	(112)		2777	(243)		2756	(105)	
	F ₄	4092	(392)		4017	(203)		4071	(244)		4192	(317)		4019	(192)		4034	(170)	

		LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb
/ y /	F ₁	432	(34)		363	(44)		354	(39)		349	(34)		385	(42)		392	(41)	
	F ₂	2149	(265)	42	2163	(152)	42	2051	(152)	42	1699	(311)	42	2011	(188)	42	1663	(312)	42
	F ₃	2797	(219)		2703	(125)		2628	(92)		2619	(388)		2831	(344)		2439	(225)	
	F ₄	3837	(192)		3836	(181)		3722	(108)		3402	(145)		3412	(306)		3503	(162)	
/ ø /	F ₁	470	(26)		462	(42)		412	(32)		404	(43)		418	(37)		414	(36)	
	F ₂	1819	(138)	42	1427	(145)	42	2049	(109)	42	1774	(242)	42	1447	(231)	42	1532	(100)	42
	F ₃	2867	(142)		2874	(163)		2835	(107)		2620	(219)		2611	(216)		2455	(107)	
	F ₄	3964	(140)		3890	(128)		3947	(127)		3607	(201)		3311	(274)		3527	(140)	

Table IV.15 Valeurs moyennes, écarts types (entre parenthèses) et nombre d'occurrences pour les voyelles non-natives produites au post-test par les locuteurs italophones.

Ainsi, nous relevons la mise en place de la convergence formantique entre F_2 et F_3 comme attendu en français. La question est de savoir si cette convergence est associée à une focalisation, comme c'est le cas en français. De la Table IV.16, qui présente les écarts moyens (en Bark) par paire de formants pour les voyelles du français produites au pré et au post-test de français par chaque genre de locuteurs, se dégagent plusieurs éléments. Les valeurs d'écart supérieures à 3.5 Barks entre F_1 et F_2 trouvées pour /y/ rapproche cette voyelle, du point de vue de la focalisation, des voyelles antérieures /i e ε/, pour lesquelles nous avons observé le même résultat. La distance entre F_1 et F_2 dans le spectre acoustique de /y/ est plus élevée au post-test qu'au pré-test. La table montre la mise en place d'une focalisation entre F_2 et F_3 , augmentée au post-test plus qu'au pré-test. Au post-test, l'écart moyen entre formant est, de plus, très proche de celui attendu en français chez les locutrices d'une part et chez les locuteurs d'autre part (en français, la distance entre F_2 et F_3 pour /y/ est entre 1.5 Bark et 2 Bark). La mesure de focalisation $(F_2-F_1) = 6.06$ Bark trouvée au pré-test chez les locuteurs doit sa valeur élevée au fait précédemment évoqué, où LH1 et LH2_C produisent /y/ avec un formant F_2 proche de F_1 , résultat lié à la confusion articulatoire avec /u/.

		Locuteurs				Locutrices			
		Pré-test		Post-test		Pré-test		Post-test	
		μ	σ	μ	σ				
/ y /	F ₂ -F ₁	5,70	(2,04)	8,23	(,70)	8,50	(1,62)	9,11	(,72)
	F ₃ -F ₂	6,06	(2,32)	2,62	(,32)	2,55	(1,38)	1,95	(,35)
	F ₄ -F ₃	1,91	(,32)	1,88	(,59)	2,41	(,28)	2,34	(,23)
/ ø /	F ₂ -F ₁	6,87	(,62)	7,12	(,74)	7,32	(1,00)	7,44	(1,02)
	F ₃ -F ₂	3,44	(,92)	3,24	(,66)	3,32	(,70)	3,31	(,83)
	F ₄ -F ₃	2,29	(,18)	2,10	(,44)	2,33	(,19)	2,28	(,20)

Table IV.16 Écart moyen (en Bark) entre formants successifs pour les voyelles du français absentes de l'italien /y/ et /ø/ produit au pré-test et au post-test par genre de sujets

Groupe témoin et groupe expérimental

La Table IV.17 présente les rapports de distance moyens, obtenus avec la formule de normalisation précisée en section 1, entre les productions pour chaque groupe (témoin *vs* expérimental) et par genre (locuteurs *vs* locutrices). Dans les deux groupes, les résultats sont meilleurs au post-test : les écarts entre formants successifs se rapprochent des mesures attendues en français. Le rapprochement des valeurs d'écart vers le rapport 1 pour les distances formantiques de /y/ en est une illustration. Que la distance diminue entre F_3 et F_4 comme chez le groupe témoin ou qu'elle augmente entre F_3 et F_4 comme chez le groupe expérimental, les résultats se rapprochent de ceux attendus en français, suggérant une progression des deux groupes dans la réalisation phonétique de /y/.

Comme le montrent les mesures de la Table IV.18 et la Table IV.19 qui renseignent respectivement sur les distances entre formants successifs calculées en Hertz et en Bark pour les voyelles antérieures arrondies /y/ et /ø/ produites par les locutrices du groupe témoin et du groupe expérimental, la voyelle /y/ est trouvée focale. On relève pour les formants F_2 et F_3 une convergence formantique et une focalisation $((F_3-F_2) < 3$ Bark) dès le pré-test chez les deux groupes-classe. L'écart est encore diminué au post-test de près de .60 Bark dans les productions, suggérant un effet comparable des méthodes de correction phonétique sur la focalisation formantique. Associés

aux observations concernant /i e o u/, ces résultats suggèrent un effet favorable de la méthode incluant la voix chantée sur la convergence entre formants.

	Locuteurs			Locutrices			
	/ y /			/ y /			
	F ₄ -F ₃	F ₃ -F ₂	F ₂ -F ₁	F ₄ -F ₃	F ₃ -F ₂	F ₂ -F ₁	
Témoïn	0,75	5,64	0,34	1,15	1,75	0,84	Pré-test
	0,76	2,49	0,93	1,08	1,46	0,95	Post-test
Expérimental	0,99	3,90	0,76	0,77	1,54	0,95	Pré-test
	0,80	2,16	1,00	1,05	1,20	1,00	Post-test

Table IV.17 Mesures d'écart avec la référence prototypique du français (Calliope, 1989) entre paires de formants successifs pour la voyelle /y/ au pré-test et au post-test de français, prononcées par les trois locuteurs et les neuf locutrices italophones répartis dans les groupes témoin et expérimental.

	Pré-test				Post-test			
	Témoin		Expérimental		Témoin		Expérimental	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
/ y /	F ₂ -F ₁	1467 (79)	1651 (76)		1648 (135)		1738 (58)	
	F ₃ -F ₂	855 (94)	752 (136)		715 (111)		588 (90)	
	F ₄ -F ₃	1195 (94)	1068 (87)		1122 (86)		1089 (82)	
/ ø /	F ₂ -F ₁	1266 (41)	1313 (52)		1315 (49)		1317 (17)	
	F ₃ -F ₂	1100 (81)	1086 (89)		1119 (73)		1094 (75)	
	F ₄ -F ₃	1174 (100)	1086 (27)		1167 (100)		1075 (12)	

Table IV.18 Écart moyen (mesuré en Hertz) entre formants successifs pour les voyelles /y ø/ produites au pré-test et au post-test de français par les locutrices italophones du groupe témoin et du groupe expérimental.

	Pré-test				Post-test			
	Témoin		Expérimental		Témoin		Expérimental	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
/ y /	F ₂ -F ₁	8,21 (1,88)	9,07 (,97)		8,99 (,85)		9,35 (,36)	
	F ₃ -F ₂	2,72 (1,72)	2,22 (,25)		2,09 (,34)		1,67 (,15)	
	F ₄ -F ₃	2,50 (,29)	2,24 (,18)		2,35 (,28)		2,32 (,12)	
/ ø /	F ₂ -F ₁	7,25 (,76)	7,48 (1,58)		7,42 (,92)		7,49 (1,41)	
	F ₃ -F ₂	3,33 (,65)	3,28 (,95)		3,30 (,69)		3,31 (1,25)	
	F ₄ -F ₃	2,39 (,22)	2,22 (,02)		2,32 (,23)		2,20 (,10)	

Table IV.19 Écart moyen (mesuré en Bark) entre formants successifs pour les voyelles /y ø/ produites au pré-test et au post-test de français par les locutrices italophones du groupe témoin et du groupe expérimental.

Dès le pré-test de français sont trouvées des voyelles avec rapprochements formantiques. Ces voyelles peuvent être communes aux systèmes phonologiques de l'italien et du français /i ɔ o u/ ou présentes dans le système phonologique du français uniquement, comme /y/. Les résultats des analyses acoustiques montrent pour /i/ une évolution de la convergence formantique F₃/F₄ au pré-test vers une convergence F₂/F₃ chez plusieurs locuteurs italiens, ce qui est un résultat contraire à celui prédit dans le chapitre II et qui faisait suite à une comparaison des systèmes acoustique et phonétique de l'italien et du français langues maternelles. La structure spectrale de /i/ en français langue étrangère post-test et en français langue maternelle est comparable en ce sens

qu'il y a focalisation formantique mais différente en ce sens que la focalisation n'est pas trouvée pour les mêmes paires de formants. À propos de /y/, la voyelle est trouvée focale dès le pré-test. La convergence formantique est trouvée au niveau des basses fréquences, entre F_1 et F_2 au pré-test puis entre F_2 et F_3 au post-test, suggérant une évolution de l'interphonologie chez les apprenants. Concernant la réalisation de la voyelle /u/, une convergence formantique est trouvée entre F_1 et F_2 chez l'ensemble des sujets mais l'écart n'apparaît pas focal. Ces résultats sont semblables lorsque les observations portent sur les mesures intra-groupe (c'est-à-dire groupe témoin *vs* groupe expérimental), à une exception près mais néanmoins majeure. /y/ est trouvée focale au niveau de F_2 et F_3 dès le pré-test chez les locutrices. La valeur de la distance diminue tout de même au post-test. Les analyses acoustiques des réalisations des voyelles fermées /i y u/ et mi-fermées /e ø u/ mettent en évidence un effet de l'enseignement phonétique en classe de langue et un effet de la méthode d'enseignement-apprentissage. La progression des locuteurs du groupe expérimental semble globalement plus importante que la progression des locuteurs du groupe témoin. Cela est trouvé en particulier pour l'écart formantique F_2/F_3 pour [y] et F_3/F_4 pour [i].

IV.4 Synthèse, Conclusion et Discussion

IV.4.1 Conclusion

L'originalité du paradigme expérimental exposé dans ce chapitre est d'interroger le rôle de la voix chantée en classe de français langue étrangère dans une perspective de correction phonétique. L'objectif de l'étude était de déterminer dans quelle mesure une méthode d'enseignement-apprentissage intégrant la pratique chantée peut accroître la compétence de production des voyelles non-natives /y/ et /ø/ absentes du système phonologique des apprenants, dans notre cas des adultes italophones de niveau grand débutant pour la plupart. À cet effet, les apprenants ont été testés via une tâche de lecture de phrases de type « t'as dit CVCV toi », avec $V = /i y u e ø o/$ et avec $C = /p t k s f/$.

Les analyses ont porté sur l'interphonologie des apprenants. Dans cet objectif, l'exploitation de l'espace acoustique vocalique en italien et en français pré-test a été comparée. L'évolution de la structure du système vocalique à l'intérieur de l'espace acoustique en langue cible a ensuite été analysée via la confrontation des corpus de réalisations vocaliques avant et après la formation phonétique de 8 heures. De plus, la progression des locuteurs italophones a été observée à travers la description du spectre acoustique de certaines voyelles fermées et mi-fermées du français. Les résultats sont synthétisés ci-dessous.

Notre hypothèse générale était que les réalisations vocaliques sont plus proches de celles attendues en langue cible à la fin de la formation phonétique chez l'ensemble des participants. Une évolution des espaces acoustiques vocaliques a été trouvée chez l'ensemble des sujets. Les projections dans un plan bidimensionnel F_1/F_2 des réalisations vocaliques ont mis en évidence les modifications des zones acoustiques occupées par les voyelles non-natives /y/ et /ø/. Tandis qu'une ellipse de dispersion pour /ø/ a été relevée dans la plupart des systèmes vocaliques cibles dès le pré-test, la comparaison des résultats obtenus au pré-test et au post-test montre

la mise en place progressive d'une ellipse de dispersion des réalisations correspondant à /y/. Les diagrammes de dispersion ont montré que les catégories /y/ et /ø/ se mettent en place à partir de voyelles postérieures. Toutefois, si la confusion de /y/ est évidente avec /u/, les résultats ne privilégient pas l'hypothèse d'une confusion de /ø/ avec /o/ plutôt qu'avec /u/. Les mesures de distance entre ellipses de dispersion ont révélé l'éloignement progressif des deux voyelles antérieures arrondies /y/ et /ø/ entre elles, ce qui est en faveur de notre deuxième hypothèse opérationnelle. D'autre part, concernant les voyelles communes à l'italien et au français /i e o u/, les analyses ont révélé des valeurs moyennes sensiblement plus élevées de F_2 pour les voyelles antérieures, et notamment /i/. La surface de l'espace acoustique de l'italien langue source est apparue plus large que celui du français. Les voyelles /i/ et /e/ du français ont été trouvées, au pré-test comme au post-test, réalisées sur des aires acoustiques attendues pour l'italien. Ainsi, les catégories /y/ et /ø/ se mettent en place, mais dans un espace acoustique correspondant à l'italien, donc plus large que celui attendu en français. Par ailleurs, les analyses ne montrent pas de diminution des ellipses de dispersion de /i e o u/, ce qui est un résultat contraire à celui attendu.

Une de nos hypothèses opérationnelles prédisait que les mesures correspondant aux centres de gravité spectrale des voyelles /i/ /y/ et /u/ du français seraient plus proches des valeurs attendues en langue cible au post-test qu'au pré-test. Les analyses consacrées à la structure spectrale de la voyelle /i/ ont mis en avance deux tendances chez les locuteurs italophones. Chez une moitié d'entre eux, le centre de gravité spectral observé en F_2/F_3 en italien ainsi qu'au pré-test de français évolue vers F_3/F_4 , résultat qui va dans le sens de notre hypothèse et qui révèle une progression dans les productions de ces sujets en direction de la langue cible. Chez une autre partie des sujets cependant, la convergence formantique trouvée en F_3/F_4 au pré-test évolue en F_2/F_3 dans les productions du post-test. Une convergence formantique a été trouvée au pré-test et au post-test, au niveau de F_2 et F_3 mais aussi au niveau de F_3 et F_4 . À propos du centre de gravité spectral de /y/, une évolution est relevée de F_1/F_2 au pré-test vers F_2/F_3 au post-test, ce qui est un résultat en faveur de notre hypothèse. L'élévation de la valeur moyenne de F_3 pour /i/ trouvée chez certains sujets, ou à l'inverse sa diminution dans le cas de /y/ suggèrent la mise en place d'un contrôle différent de F_3 chez les locuteurs et confirme le rôle majeur de ce formant dans la perception des sons. Enfin, pour la voyelle /u/ (aussi pour la voyelle /o/ d'ailleurs), une convergence est trouvée entre F_1 et F_2 mais aucune évolution spécifique n'est mesurée entre le pré-test et le post-test. De plus, les analyses complémentaires montrent que ces voyelles ne présentent pas de focalisation en F_1/F_2 , ce qui va à l'inverse de notre hypothèse et de la plupart des publications sur la question.

Les comparaisons entre groupes de sujets ne montrent pas de comportements suffisamment différents pour valider ou infirmer le rôle de la voix chantée sur la réorganisation du système acoustique chez les locuteurs italophones apprenant de français langue étrangère, ni sur la mise en place des nouvelles catégories /y/ et /ø/ dans des systèmes vocaliques sources possédant entre 5 et 7 voyelles. Les différences de progression trouvées entre les sujets pourraient donc être davantage liées à des particularités individuelles, comme montré par Miras (2013) plutôt qu'aux méthodes d'enseignement-apprentissage ou aux outils pédagogiques exploités dans notre étude de production. En revanche, une progression plus nette dans la modification des spectres acoustiques des voyelles /i/, /y/ et /u/ a été relevée chez les sujets du groupe expérimental. Les analyses ne montrent pas de modification de réalisation de /i/ chez le groupe témoin entre le pré-test et le post-test mais révèlent pour le

groupe expérimental une diminution de la distance qui sépare F_3 de F_4 et une augmentation de celle entre F_2 et F_3 . De même, nos résultats ont mis en avant une modification des distances entre les formants de /u/ entre le pré et le post-test uniquement chez le groupe expérimental, et qui sont de plus en faveur des distances attendues en français. Ainsi, l'écart formantique diminue entre F_1 et F_2 mais augmente entre F_2 et F_3 . Concernant la maîtrise de la structure spectrale de /y/, les résultats obtenus pour le groupe témoin et le groupe expérimental sont similaires.

Confrontés, ces résultats semblent soutenir l'hypothèse que le travail en voix chantée et autour de la voix chantée puisse avoir un effet sur l'apprentissage phonétique, mais que cet effet porte sur certaines spécificités de l'apprentissage phonétique. Nous avons trouvé un effet plus important de la méthode expérimentale que de la méthode traditionnelle sur la maîtrise de la structure spectrale des voyelles mais pas sur la structure de l'espace acoustique vocalique. Cette maîtrise concerne davantage les catégories phonologiques vocaliques /i/ et /u/ communes à l'italien et au français mais phonétiquement différentes, que la nouvelle catégorie phonologique /y/.

IV.4.2 Discussion et perspectives de recherche

IV.4.2.1 À propos du rôle de la méthode de correction phonétique incluant le travail en voix chantée

Les analyses des résultats n'ont pas mis en évidence d'effet du type de méthode sur l'évolution des espaces acoustiques, mais un effet favorable de la méthode testée a été trouvé sur la modification de la structure des spectres acoustiques de voyelles natives et non-natives. En supposant que le meilleur contrôle de la structure des spectres vocaliques soit directement lié au développement de la perception, et qu'elle-même aurait été favorablement influencée par le travail en voix chantée, alors nos résultats iraient dans le sens des travaux ayant rapporté un effet de la musique sur les apprentissages et sur la récupération d'informations acoustiques ou phonétiques, par exemple celles de Fish (1984) et de Schön *et al.* (2008) ou plus récemment celle de Sadakata et Sekiyama (2011) qui s'intéresse au lien entre expertise musicale et qualité de discrimination de segments non-natifs. En termes de production, le résultat que nous trouvons sur l'évolution de la focalisation est en accord avec les travaux ayant établi un rôle de la musique sur la qualité de production d'une langue étrangère, par exemple l'étude de Purcell et Suter (1981) ou celle de Morgan (2003). Le résultat n'ayant pas décrit d'effet favorable de la méthode testée sur la mise en place de nouvelles catégories à l'intérieur de l'espace acoustique est, quant à lui, en désaccord avec les études précitées mais va dans le sens de résultats de Andrews (1997) qui n'a pas trouvé de meilleurs scores de réussite de la tâche de lecture chez des enfants ayant reçu un enseignement intégrant la musique. Un tel résultat impose des recherches complémentaires pour tenter de comprendre les différences de l'effet de la méthode incluant la voix chantée sur les deux aspects phonétiques étudiés ici. D'autre part, ce résultat interroge l'intérêt de chacune des activités proposées dans la méthode testée dans notre travail. Existe-t-il par exemple une activité qui facilite en particulier le développement de la maîtrise de la convergence formantique ou de la focalisation ? Ou qui amène plus aisément l'apprenant à modifier sa production d'une voyelle appartenant à une même catégorie dans les deux langues mais présentant des spécificités acoustiques, voire articulatoires, dans chacune des deux langues ? Est-ce que la combinaison d'outils de correction phonétique utilisés dans la

méthode verbo-tonale avec des outils proposés dans la méthode testée ici pourrait renforcer le développement des compétences en phonétique de la langue étrangère ? Autrement dit, est-ce que l'association des outils augmenterait leur efficacité ? Il ne paraît pas incohérent de prédire que l'association, dans une même séance de cours, de la technique de modulation de fréquence fondamentale d'une voyelle avec l'exercice de perception d'acuité des voyelles chantées puisse être à l'origine d'une meilleure perception du spectre sonore d'une voyelle. Quel rôle a pu jouer chaque activité de la méthode test, notamment la comptine, sur la différence de résultats inter-groupes ? Les pistes de recherche sont nombreuses. Une expérience ciblée sur l'effet des exercices de perception de certaines fréquences du signal de parole (mais pouvant impliquer la production chantée) sur la compétence de production serait une piste intéressante à étudier dans ce cadre. Également, étant donné qu'un effet de la méthode d'enseignement-apprentissage a été relevé sur le contrôle de la structure spectrale des voyelles natives et non-natives, mais qu'aucun effet dissocié de durée ni de hauteur n'a été identifié dans l'étude de perception (cf. Chapitre III), une expérience pourrait être conduite pour définir d'autres facteurs inhérent à la voix chantée qui pourraient être responsables de l'effet trouvé dans l'étude de production.

IV.4.2.2 À propos des difficultés d'apprentissage et de l'interphonologie

Dans le chapitre II (cf. Section II.V), un ensemble de prédictions sur les difficultés de production des voyelles du français chez les locuteurs italophones avait été posé à partir d'une analyse contrastive des langues (cf. Section I.1.3). L'étude en perception (Chapitre III) ainsi que l'étude en production (Chapitre IV) permettent d'apporter quelques éléments de réponses. Les résultats de l'analyse contrastive nous avaient amenée à prédire une production correcte des voyelles communes aux deux langues, soit /i e o u/. Cependant les analyses ont montré que la réalisation acoustique de ces voyelles, prononcées par les 12 mêmes locuteurs, diffère entre les deux langues, avec des valeurs de F_2 plus élevées en italien qu'en français pour les voyelles antérieures. Nous avons prédit pour /u/ des réalisations présentant une variabilité trop importante dans les productions du français : cette prédiction ne s'avère que rarement vérifiée. En revanche, comme anticipé, /u/ présente des valeurs de F_1 très variables, ce qui amène un chevauchement avec les réalisations de /o/. D'autres prédictions avaient été faites dans le chapitre II, et des travaux futurs pourront tenter d'y répondre, en prenant en compte les conclusions en lien avec la perception et la production des voyelles orales du français par les italophones, émises dans ce travail de doctorat.

Plus particulièrement, quel que soit le profil sociolinguistique des locuteurs italophones, est trouvée dans le système acoustique français obtenu au pré-test au moins une des catégories antérieures arrondies. Il s'agit plus souvent de la catégorie /ø/ que de la catégorie /y/. De plus, les observations au pré-test ont montré que la catégorie /ø/ occupe fréquemment une aire proche de celle attendue en français, ce qui n'est pas le cas de la qualité vocalique /y/ que l'on trouve dans certains cas confondue à la zone de dispersion de /u/ ou pour laquelle on trouve une variabilité de réalisation importante en F_1 et en F_2 . Ce résultat est en accord partiel avec la théorie de l'Analyse Contrastive de Lado (1957 ; cf. Chapitres I et II), en ce sens que facilités et difficultés d'apprentissage d'une langue étrangère (cf. Section I.1.4) peuvent être prédites en comparant la structure de la langue maternelle avec celle de la langue cible. Cependant, la réalisation dès le pré-test, par des italiens naïfs en français, de voyelles dans une zone de l'espace acoustique qui n'est pas utilisée en italien et que nous avons associée à /ø/ est un

résultat qui interroge. L'absence de catégorie attribuée à /y/ au pré-test fait qu'il ne peut guère trouver d'explication dans la théorie du rôle des principes universels qui structurent les systèmes sonores et les compétences de traitement de la langue étrangère (voir par exemple Schachter, 1974 ; Loup et Weinberger, 1987 ; Mitchell et Myles, 1998). En effet, comme montré par Vallée (1994), dans les systèmes phonologiques des langues du monde, la voyelle /ø/ est plus marquée que d'autres voyelles, en particulier /y/, et /ø/ ne peut être exploitée dans un système phonologique qu'en présence de /y/. Un tel résultat ne vérifie pas non plus les travaux d'Eckman (1977) qui postule que les difficultés des apprenants peuvent être prédites par l'observation des différences entre langue maternelle et langue étrangère associée à la connaissance de la relation de marquage universel qui existe entre les formes présentant ces différences. Selon lui, d'une part, les difficultés peuvent être liées à la présence de formes plus marquées dans le système de la langue étrangère que dans celui de la langue maternelle, et d'autre part, le degré de difficulté de l'apprentissage (ainsi que l'ordre d'apprentissage) peut sensiblement dépendre du degré de marquage. Comme rappelé dans le Chapitre I, l'hypothèse de la différence de marquage postule que, pour deux unités phonologiques équivalentes absentes du système de la langue maternelle mais exploitées dans celui de la langue cible, celle qui est de type marqué (moins fréquente dans les typologies universelles, moins naturelle) est plus difficile à apprendre que celle de type moins marqué. Peu de langues dont le système phonologique possède 10 voyelles orales, tel celui du français, utilisent à la fois la voyelle antérieure arrondie fermée /y/ et la voyelle antérieure arrondie mi-fermée /ø/. La théorie d'Eckman et les travaux de Vallée ne permettent donc pas d'expliquer la présence, dans les systèmes acoustiques obtenus au pré-test de français par une majorité de locuteurs italophones, d'une ellipse de dispersion pour la qualité vocalique /ø/ proche de la zone acoustique attendue du français. La difficulté de mise en place de la catégorie antérieure arrondie /y/ pourrait néanmoins trouver une justification partielle dans le degré de marquage. Tran (2011) a par exemple montré que l'absence, dans la langue maternelle, d'un phonème appartenant au système de la langue étrangère n'est source de difficulté pour l'apprenant que s'il est de type marqué. Son résultat confirme que le degré de difficulté d'apprentissage est directement lié au degré de marquage du segment non-natif. Toutefois, cette théorie s'avère également insuffisante et potentiellement discutable au regard de nos résultats. Pour expliquer la présence de la voyelle antérieure arrondie mi-fermée au détriment de la voyelle antérieure arrondie fermée au pré-test, nous pourrions certainement considérer les productions en langue maternelle des voyelles postérieures arrondies fermées et mi-fermées puisque les réalisations de /u/ et /o/ ont été trouvées de type relâché, central.

Les tendances universelles des systèmes linguistiques pourraient expliquer en partie la structure de l'interphonologie des apprenants italophones. L'apprentissage de nouvelles catégories phonologiques telles que /y/ ou /ø/ pourrait lui-même être un facteur modelant l'interphonologie, en ce sens que la mise en place de certaines acquisitions peuvent en freiner momentanément d'autres, l'apprentissage ne pouvant être linéaire et parallèle sur plusieurs aspects. Les écarts trouvés moindres entre F_3 et F_4 pour /i/ au pré-test de français, et qui ont évolué vers F_2/F_3 au post-test, illustrant une compétence diminuée, pourraient être dus à l'apprentissage de la catégorie /y/ de type marquée. L'apprenant, en se concentrant sur un contenu d'apprentissage, limiterait ses compétences sur une donnée déjà acquise.

Par ailleurs, une catégorie existante dans les deux langues peut présenter des variations acoustiques ou articulatoires, comme nous l'avons vu avec les réalisations trop élevées de F_2 pour /i/, ce qui est en accord avec les travaux comparant les stratégies articulatoires de phonèmes communs dans plusieurs langues, par exemple les travaux de Cuq et Grucan (2002), de Honikman (1964), de Lowie et Bultena (2007) et de Borissoff (2011 ; 2012) et ce qui est aussi en lien avec les conclusions de recherches sur les phénomènes de conditionnement perceptif (entre autres Rosch, 1973 ; Iverson et Kuhl, 1994 ; Best *et al.*, 1996 ; Flege, 1987). D'ailleurs, les résultats qui montrent les différences de réalisation de /i/ dans les deux langues et les résultats qui révèlent la présence possible de la catégorie non-native /ø/ dans le système vocalique cible dès le pré-test et chez des débutants soutiennent le modèle de la parole de Flege (1995 ; 2006). Nouveauté et similitude ne signifient pas qu'il y a respectivement difficulté et facilité. Dans notre travail, les mesures de rapport $F2/F3$ et $F3/F4$ pour /i/ ont mis en évidence une structure du spectre sonore différente en italien et en français. Lors de la construction de l'interphonologie, la place de la langue maternelle diminue au fur et à mesure que celle de la langue étrangère augmente. Les réalisations de /y/ au pré-test sur la zone acoustique réservée à /u/ en français et en italien qui se déplacent ensuite vers l'aire attendue en français et se distinguent de /u/ en sont une illustration. De la même manière, nos analyses ont montré des réalisations de /y/ recueillies au post-test de français sur l'aire réservée à /i/ français. Toutefois, rapportée à la surface de l'espace acoustique du locuteur italophone, la zone acoustique couverte par les réalisations de /y/ se trouve à distance correcte de /i/ et /u/ et suffisante pour éviter des chevauchements entre ellipses. Ce résultat est en accord avec le modèle de l'ontogénèse phylogénique (*the Ontogeny Phylogeny Model* ; Major, 2001) qui postule que la construction de l'interlangue d'un apprenant langue étrangère combine la langue maternelle, la langue étrangère et des universaux linguistiques.

La structure de l'interphonologie ne peut pas être connue précisément en avance, mais peut être en partie expliquée par la suite au regard des conclusions de nombreux travaux. Les facteurs influençant l'interphonologie d'un apprenant sont nombreux, difficiles à estimer et pas toujours contrôlables, ce qui, sur un petit échantillon comme le nôtre, limite la mise en exergue de tendances. De plus, les progrès constatés plus importants chez les apprenants du groupe expérimental pourraient être, plutôt que reliés à une efficacité du travail en voix chantée, résiduels d'une motivation accrue, ce qui confirmerait les travaux entre autres de Pimsleur *et al.* (1962), Viau (2000), Vollmeyer et Rheinberg (2000 ; 2004) sur le rôle de la motivation sur la marge de progression. Or, comme précisé dans le chapitre I, la motivation est une clé de l'apprentissage (Wachs, 2011) et le chant est justement générateur de motivation (Lambert, 2008 ; Chen et Chen, 2009). Une étude ultérieure pourrait tenter de dissocier effet du chant et effet de la motivation sur l'apprentissage phonétique afin de préciser si la progression des apprenants du groupe expérimental est due au chant lui-même ou à la motivation induite par cet outil.

IV.4.2.3 À propos des analyses

Il serait intéressant de poursuivre l'analyse de ces données de production en parole non-native avec l'utilisation de tests de perception. Les voyelles /i e y ø u o/ recueillies dans les trois corpus de lecture en français pré et post-test pourraient être mixées avant d'être écoutées dans un ordre aléatoire par des juges auditeurs. Ces

juges pourraient être recrutés en fonction des profils suivants : natifs de l'italien avancés en français, natifs de l'italien naïfs en français, natifs du français avancés en italien et natifs du français naïfs en italien. Les juges auraient pour consigne de catégoriser les stimuli audio selon un ensemble d'étiquettes pré-définies : dans un cas correspondant à l'inventaire du système vocalique italien, dans un autre cas correspondant à celui du français. Les résultats permettraient de compléter les mesures de distance de Bhattacharyya et les équations de Welch. Ils seraient en outre un bon indicateur de l'effet de l'étape d'apprentissage (pré-test *vs* post-test), du niveau d'interphonologie (naïfs *vs* avancés), du type de formation phonétique (traditionnel *vs* chant) sur la qualité de production des voyelles. Une analyse plus poussée pourrait être menée sur la qualité de perception par les juges des occurrences de /y/ qui présente une variabilité de réalisation souvent importante, comme nous avons pu le constater dans nos corpus. Nous avons en particulier montré dans le chapitre II (cf. Section II.1) et observé via la projection des espaces vocaliques dans le plan F_1/F_2 dans ce chapitre IV que les valeurs formantiques des voyelles antérieures du français et de l'italien, tant dans les productions des locuteurs que des locutrices, présentent plus de variabilité que celles des voyelles postérieures. Un tel résultat est en accord avec les travaux de Fant (1966 ; 1973 ; 1983) et Pettorino (1994) qui ont montré que les échelles de formants des voyelles antérieures peuvent subir plus de variations que celles des voyelles postérieures.

Dans le cadre du phénomène de convergence phonético-phonologique en parole (Lelong, 2012) et de la redéfinition d'un système acoustique vocalique, les analyses présentées dans ce chapitre pourraient être complétées par une observation de l'évolution des productions des locuteurs italophones vers le système acoustique de l'enseignante, par exemple en normalisant les écarts comme cela a été proposé avec les données de Calliope (1989) dans ce chapitre. L'enseignante utilise une prononciation hyper-articulée durant les séances d'enseignement-apprentissage, comme le montre d'ailleurs la Figure IV.13. Ses réalisations pourraient être considérées comme le prototype à atteindre par les apprenants de français langue étrangère. De plus, une situation psycho-affective favorisante, induite par l'introduction d'une activité ludique et facilitant le bien-être (cf. Section I.2), pourrait être à l'origine d'une tendance majorée chez les apprenants du groupe expérimental à converger phonético-phonologiquement vers le système vocalique de l'enseignante. Le résultat d'une telle observation apporterait de nouveaux éléments quant au rôle et à la place de la figure enseignante pour l'apprentissage de la phonétique, à l'effet de la méthode incluant le chant sur la perception psycho-affective qu'ont les apprenants de leur enseignant et surtout, de l'impact de l'ensemble de ces variables sur la progression en phonétique. Dans ce cadre, des tests psycholinguistiques pourraient être élaborés.

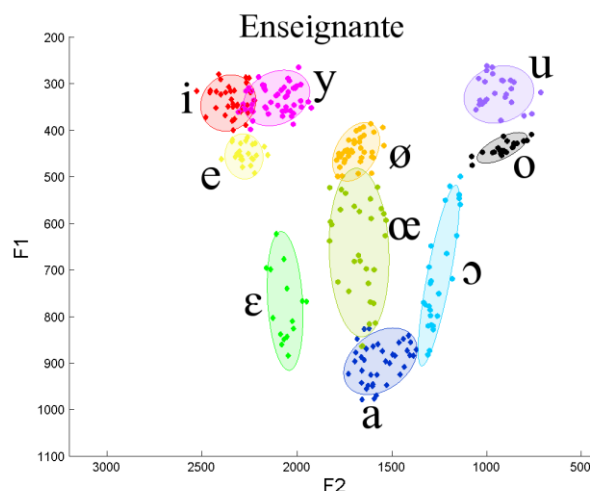


Figure IV.13 Espace acoustique F_1/F_2 , mesuré à partir du corpus de voyelles tenues en français langue maternelle produites par l'enseignante⁸⁷.

IV.4.2.4 À propos de l'évaluation des compétences phonétiques

Lors de la conception de ces expériences s'est posée la question de la méthode évaluative qui serait efficace pour décrire les systèmes vocaliques des apprenants. Nous avons montré dans le chapitre II la variabilité des systèmes vocaliques relative au type de tâche évaluative. Nous avons aussi observé les lacunes de certaines tâches : le manque d'occurrences de la voyelle /u/ dans le texte *Il Vento di tramontana e il sole* qui a limité l'observation de la surface vocalique et des mouvements de catégories phonologiques à l'intérieur de l'espace acoustique. Nous avons noté dans ce chapitre IV que la tâche CVCV du français, utilisée pour les analyses des productions des locuteurs italophones, présente le désavantage de limiter l'observation à une partie du triangle vocalique. Dans le chapitre III, nous avons trouvé un grand nombre de données plafond et seuil qui, là encore, limitent les analyses des compétences de discrimination. Nous avons de plus été confrontée au problème du type de tâche effectuée par l'apprenant : tâche purement acoustique, de discrimination ou de catégorisation ? Dans la pratique quotidienne des enseignants de langue, se pose donc la question du contenu et de la fiabilité des outils pour l'évaluation de la phonétique et de la phonologie.

Les évaluations, formatives ou sommatives, sont essentielles à l'enseignant de correction phonétique qui doit pouvoir observer la qualité du dispositif pédagogique et la conformité des activités avec les objectifs fixés, ou bien vérifier la compréhension et l'assimilation du programme par les apprenants, et qui doit enfin permettre aux apprenants de contrôler par eux-mêmes leur progression. Dans l'objectif de rentabiliser au mieux la formation, l'enseignant doit soumettre ses apprenants à des tests de positionnement avant la première séance de correction phonétique. Par la suite, le type d'évaluation et leur fréquence dépendent des objectifs et du temps de formation. Néanmoins, le minimum requis correspond à deux sessions : une ante-formation et une en fin de

⁸⁷ L'enregistrement de l'enseignante a eu lieu dans la chambre anéchoïde du GIPSA-Lab à l'aide d'un microphone AKG C1000S à directivité cardioïde et d'un enregistreur numérique Marantz PMD 670. Des fichiers audio au format WAV échantillonnés à 44.1 kHz sur 16 bits ont été obtenus. Les stimuli correspondaient aux voyelles orales du français /i e ε a y ø œ u o ɔ/.

parcours. Malheureusement, en didactique de la phonétique, le système évaluatif dysfonctionne, car lacunaire et peu fiable. Il est par exemple largement admis dans la littérature du Français Langue Étrangère que l'enseignant, qui fait pourtant lui-même office d'évaluateur, perd en compétence discriminatoire du fait de l'habitation à la prononciation défectueuse de ses apprenants, ce qui est d'autant plus vrai lorsqu'il possède, même de façon rudimentaire, leur langue de départ (Champagne-Muzar et Bourdages, 1993). D'ailleurs, Baqué (2004) a mis en avant les limites de ce type d'évaluation en raison du crible auditif qui existe évidemment chez l'enseignant.

Par ailleurs, alors que le graphème « u » du français et de l'italien ne correspond pas à la même voyelle orale, que penser des méthodes dans lesquelles la perception et la production orales sont évaluées à partir de l'écrit telle la dictée ou la lecture orthographiée avec l'alphabet latin ? Et dans ces cas, le recours à l'API s'avèrerait-il efficace quand les apprenants y ont été trop peu sensibilisés ? Et comment accorder toute fiabilité aux tests perceptifs établis sur la qualité des productions de l'étudiant car, bien que corrélés, ils ne sont pas toujours représentatifs l'un de l'autre ? La dénomination d'images pourrait être la solution, mais comment savoir si l'apprenant connaîtra le lexique, ou simplement choisira le mot attendu du correcteur et non pas un synonyme ou un hyperonyme ? Une liste de questions, qui pourrait s'allonger encore et qui montre combien le sujet est sensible en phonétique.

C'est pourquoi, une perspective de recherche serait de tester avec plusieurs classes de langue l'utilisation de logiciels habituellement utilisés par les chercheurs en phonétique acoustique (et depuis peu, testés par des didacticiens). Le principal souci est actuellement de type chronophage. Les réalisations phonétiques de chaque apprenant doivent être enregistrées dans un lieu calme, sans présence d'autres sources de bruit. De façon à compléter le travail auditif, malgré tout primordial, effectué par l'enseignant, les données enregistrées doivent être traitées informatiquement, mais de manière manuelle tant que les logiciels de traitement des sons de parole non-native ne sont pas assez performants. Les phonèmes doivent être étiquetés un à un si l'objectif de classe est le développement de la compétence segmentale. Cependant, l'enseignant a besoin de temps supplémentaire pour annoter les données suprasegmentales, car l'évaluation de la qualité de production en langue cible (évaluation perceptive de la fluence) en dépend directement (cf. Riegenbach, 1991 ; Freed, 1995 ; Cucchiari *et al.*, 2002 ; Freed *et al.*, 2004 ; Ullakonoja, 2008). Le deuxième problème majeur est le manque de formation des enseignants de langue étrangère à l'analyse de parole via des logiciels d'analyse de parole⁸⁸. Ils ont pour habitude, et en fonction de leurs connaissances et compétences, de baser leur évaluation sur la perception auditive, pourtant peu fiable comme évoqué plus haut. C'est pourquoi, il est toujours intéressant de combiner aux outils technologiques une évaluation auditive par des juges natifs et non-natifs des réalisations vocaliques. Une dernière limite forte à l'implantation de l'informatique en classe de phonétique est qu'un tel dispositif ne peut être mis en place que dans des contextes d'enseignement-apprentissage bien spécifiques dans lesquels l'équipe pédagogique accorde à la fois du temps au système évaluatif et à la phonétique.

⁸⁸ cf. http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/94/49/68/PDF/Alazard_Charlotte.pdf

Dans le cas où un enseignant souhaiterait tester le rôle d'un logiciel de segmentation et d'étiquetage de sons de parole, nous recommandons de procéder en priorité à un étiquetage partiel, qui ne correspondrait qu'aux données qu'il souhaite évaluer. Ce travail correspond à la phase la plus longue de l'évaluation décrite ici. Dans le cadre présenté précédemment, l'intérêt est porté sur les faits segmentaux, et plus précisément sur les voyelles. Les paramètres mesurés concernent alors les quatre premières fréquences de résonance du conduit vocal F_1 , F_2 , F_3 , F_4 des voyelles ciblées. Idéalement, les voyelles cardinales extrêmes de l'espace acoustique /i a u/ devraient également être observées pour plusieurs raisons. La première est qu'elles existent dans la quasi-totalité des langues du monde (Maddieson, 1984 ; Vallée, 1994) et servent ainsi de référence sur la taille et la forme globale du triangle vocalique acoustique de l'apprenant. La deuxième raison est qu'elles informent sur l'évolution, à l'intérieur de cet espace, des catégories phonologiques vers les valeurs acoustiques de référence de la langue en cours d'apprentissage. Les relevés de valeurs formantiques doivent être effectués sur la partie stable de chaque voyelle pour éviter les variations dues aux effets de coarticulation liés au contexte. Dans le cas de réalisations en nombre restreint, le correcteur devrait prendre soin d'écarter du traitement les données non perceptibles auditivement et les erreurs évidentes, comme celles imputables à des relâchements dans la concentration ou à des comportements d'autocorrection de stimulus de la part de l'apprenant. Une analyse semi-automatique est conseillée afin d'appliquer dans un premier temps le codage par prédiction linéaire (LPC) aux signaux étiquetés pour mesurer leurs paramètres acoustiques puis, dans un deuxième temps, de vérifier manuellement les données fréquentielles obtenues. Nous conseillons pour cela l'utilisation de logiciels d'analyse du signal acoustique de la parole tels que Praat (Boersma et Weenink, 2009). Enfin, deux stratégies évaluatives pourraient être ajoutées : (1) l'évaluation des productions par des sujets naïfs natifs du français, ce qui correspond à la discussion abordée plus haut ; (2) la visualisation et la réécoute, par les apprenants, de leurs propres productions afin de les entraîner une fois de plus à l'auto-jugement et à l'autocorrection.

Le chapitre IV a été l'occasion de présenter la démarche expérimentale mise en place pour comparer les effets d'une méthode d'enseignement-apprentissage incluant la voix chantée à une méthode plus conventionnelle n'ayant aucun recours à la voix chantée. Dans le chapitre suivant (Chapitre V), nous nous proposons d'exposer à la fois les particularités de la méthode testée dans ce travail de doctorat et les raisons de nos choix et orientations didactiques.

Chapitre V

Vers une méthode de correction phonétique incluant la voix chantée

*Chaque être humain a en lui une part innée de créativité...
Mon objectif pédagogique a toujours consisté à dépister
et à révéler ce créateur qui sommeille en chacun de nous.*

Orff, C. (1997). Extrait du film Documentaire *Carl ORFF* de T. Palmer, Inter Nations.

Nous avons montré dans le *Chapitre I* que plusieurs études (1) font état des liens unissant art et langue orale (par exemple Llorca, 1995), (2) démontrent l'impact positif de la musique sur les processus d'acquisition (entre autres Bancroft, 1985 ; Lowe, 1998 ; Magne *et al.*, 2006) et (3) révèlent que musique et langue permettraient même un bénéfice acquisitionnel mutuel (Lowe, 1998). Nous avons montré aussi que, depuis quelques années, les neurosciences cognitives s'intéressent aux liens entre parole, langage et musique, en les explorant sous leurs aspects neurobiologiques, tout en questionnant leur origine dans un cadre phylo et ontogénétique (par exemple, Dehaene et Petit, 2009). Plus particulièrement, quelques chercheurs (Besson et Regnault, 2000 ; Gilbers et Schreuder, 2002 ; Dodane, 2003 ; Patel et Daniele, 2003 ; Aubin, 2005, 2008 ; Lidji, 2008 ; Delbé, 2009) et des didacticiens (par exemple Gallet, 2002 ; Jeannin, 2004 ; Zedda, 2006 ; Fulla, 2008) se sont penchés sur les ressemblances et différences entre parole et musique, en comparant entre autres leurs structures grammaticales et phonétiques. Concernant l'acquisition phonétique, nous avons recensé une partie des études récentes favorables au support chanson/chanté pour la récupération d'indices mélodiques et prosodiques (Schön *et al.*, 2004 ; Sadakata et Sekiyama, 2011), la perception et la mémorisation d'éléments linguistiques segmentaux (Schön *et al.*, 2008), le développement de la reconnaissance phonémique (Bigand *et al.*, 2001) ou des compétences en production de la parole (Eterno, 1961 ; Morgan, 2003, Slevc et Miyake, 2006). Un tel rapprochement entre les deux disciplines tend à montrer que la musique et le chant pourraient être des supports de choix pour l'acquisition de la parole (Calvet, 1980) et plus précisément de la phonétique (Serra, 2004 ; Lapointe, 2006). Nous avons montré cependant que, dans le domaine du Français Langue Étrangère (FLE), les nombreux manuels qui basent une partie de leurs activités sur l'outil chanson (entre autres : Bergeret, 1976 ; Martin et Tresallet, 1999 ; Heuze et Delbende, 2003) visent l'acquisition de compétences civilisationnelles, grammaticales, syntaxiques et lexicales (par exemple, Garabédian *et al.*, 1991 ; Döring et Vermeersch, 2001, 2002 ; Döring *et al.*, 2001, 2002 ; Piquet et Denisot, 2002a, 2002b ; Durand *et al.*, 2003) mais rarement l'enseignement-apprentissage de la phonétique, et que dans cette sphère, l'acquisition des traits suprasegmentaux (Mauger, 1953 ; Richetrich et Suter, 1983 ; Trevisi *et al.*, 1998 ; Girardet et Cridlig, 2002 ; Girardet et Pécheur, 2002 ; Meyer-Dreux *et al.*, 2003 ; Heuze et Delbende, 2003) prime sur celle des traits segmentaux (Guimbretière, 1994 ; Martin et Trésallet, 1999 ; Lauret, 2007 ; Abry et Chalaron, 2009, 2011), lesquels nous intéressent plus particulièrement dans cette recherche de doctorat.

Dans le même chapitre, nous avons rappelé que d'autres domaines que celui de l'enseignement-apprentissage des langues utilisent la chanson, mais en association à des exercices vocaux et physiques. Dans un but de formation et de rééducation vocale, certains orthophonistes recourent à ces intermédiaires (Estienne, 1998 ; Bader, 2007), par exemple pour aider les patients atteints de bégaiement à mieux atteindre la fluence d'une langue donnée (Wingate, 1976). Dans le milieu artistique également, par désir d'améliorer leurs performances scéniques en parole et en chant, les comédiens et chanteurs complètent fréquemment leurs entraînements vocaux par des vocalises et des tâches proprioceptives de manière à ajuster et corriger leur posture, à ressentir et mémoriser les zones corporelles mises en vibration, à reconnaître les changements d'efficacité vocale, à détendre les plis vocaux et à améliorer la qualité de l'articulation, la vitesse d'élocution, le placement de la voix (Grubb, 1979 ; Dupessey et Fournier, 1999 ; Pillot, 2004).

Selon des chanteurs et didacticiens comme Zedda (2006) et Choque (2007), plus que la chanson, c'est donc la voix chantée qui servirait au travail vocal et corporel, base d'une production physiologique correcte de la chanson. Utilisée isolément, la chanson serait, selon eux, insuffisante pour un travail didactique visant à améliorer les compétences phonético-phonologiques des apprenants, mais elle se révélerait utile dans le cas où elle serait incluse à un travail plus global intégrant le travail en voix chantée. Il est exact que les définitions de la *chanson* sous-entendent plutôt les dimensions musicale et textuelle (Calvet, 1980), auxquelles peut être associée la notion d'interprétation (Boudou et Isern, 1984 ; Gourvennec, 2008 ; Boite, 2009 ; Gourvennec, 2011). Mais davantage que la chanson qu'Ibrahim décrit cependant comme « le lieu où apparaît le ridicule d'une conception "normalisée" ou "standard" » (1977 : 34) (pour l'observation des différentes variétés du français et de l'italien, cf. Section II.1), le travail en voix chantée permettrait un véritable travail proprioceptif autour de la variation phonético-phonologique dans une langue donnée (Zedda, 2006). Outre un atout en termes de différenciation des outils d'enseignement, les exercices en voix chantée amèneraient l'apprenant à se détourner des jugements de valeur esthétique, à admettre les variétés qu'eux-mêmes, enseignant et apprenant, utilisent au quotidien et, enfin, à observer d'autres variétés de la francophonie. Selon ces arguments, chanson et voix chantée nous sont apparues complémentaires pour une activité de phonétique corrective en langue étrangère. Par conséquent, nous avons pensé que le travail en voix chantée, dans lequel la chanson correspond à une étape finale à visée motivante et mnémotechnique, pourrait ouvrir la voie à la compétence perceptive et à l'efficacité vocale, mais aussi à une meilleure compétence en production des phonèmes non-natifs. C'est dans ce contexte de la reconnaissance de l'apport musical pour l'apprentissage, de l'intérêt de la chanson pour la maîtrise linguistique et de l'ajout du travail en voix chantée pour la performance en perception et en production que nous nous sommes intéressées d'une part, à la relation entre voix chantée et perception des voyelles (cf. Chapitre III) et, d'autre part, à la contribution de la chanson et de la voix chantée pour l'amélioration de la production des voyelles d'une langue étrangère (cf. Chapitre IV). La deuxième étude, menée dans un cadre didactique et longitudinal, visait à comparer deux méthodes de correction phonétique, l'une suivant les préceptes traditionnels et l'autre insérant des outils propres au travail en (et de) la voix chantée. Les résultats de cette étude ne montrent pas de différences significatives entre les deux groupes observés. Toutefois, les analyses descriptives des données tendent à montrer qu'au post-test, les locuteurs du groupe ayant chanté produisent des voyelles plus focales que les locuteurs du groupe témoin alors que ces derniers produisaient les voyelles /i/ et /y/ avec une distance entre formants successifs plus proche de celle attendue en français langue cible. En plus des préconisations du Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MENESR, 1999, 2008) qui suggèrent que la comptine peut être un support didactique fécond pour des activités langagières autour de nouveaux phonèmes, il nous a semblé qu'un tel support chanté présente l'avantage de pouvoir contenir une grande partie des données phonétiques ciblées en classe et facilite une mémorisation à long-terme des éléments appris. Les interactions orales avec les groupes ont aussi montré que les participants du groupe expérimental ont pris plus de plaisir dans cette formation de phonétique corrective, et que la cohésion de groupe était plus forte que dans le groupe témoin.

C'est pourquoi ce chapitre présente (1) les types d'activités de la méthode d'intégration phonétique intégrant la voix chantée et (2) les raisons du choix de la vocalise et de la comptine comme principaux supports

chantés, (3) ainsi que la méthodologie de création des comptines didactiques et (4) sous la forme d'une discussion, les difficultés majeures de création de cet outil transdisciplinaire.

V.1 La méthode dans sa globalité

V.1.1 Méthodes traditionnelles et méthode intégrant des exercices en voix chantée

Dans un contexte liant musique et langue, la chanson est le support qui est apparu le plus intéressant à de nombreux concepteurs de manuels et didacticiens pour faciliter l'acquisition des compétences langagières (Ibrahim, 1977 ; Calvet, 1980 ; Guimbretière, 1994 ; Stansell, 2005). Ces compétences, définies dans le *Cadre Européen Commun de Référence* (Conseil de l'Europe et Comité de l'éducation, 2001), sont considérées nécessaires à la maîtrise complète d'une langue orale et écrite. Il s'agit d'habiletés de réception et d'expression qui se subdivisent en écoute et lecture d'une part et en parole et écriture d'autre part. L'ordre des étapes et le choix des compétences à étudier dépendent des objectifs pédagogiques, de l'objet d'étude linguistique visé et du contexte de transmission de savoirs et d'acquisition de connaissances, ce que les didacticiens appellent communément « la situation d'enseignement-apprentissage ». Dans notre cas, nous nous sommes intéressée à un public adulte italophone, soit complètement débutant soit maximalement intermédiaire en français. De plus, comme montré dans les Chapitre III et III, les participants à la formation de correction phonétique devaient avoir un niveau moindre (au maximum débutant avancé) dans des langues et les dialectes dont les systèmes phonologiques possèdent des voyelles antérieures arrondies (pour les raisons de ces choix, cf. Chapitre II).

Pour ce faire, nous avons conçu et comparé les effets de deux méthodes de correction phonétique (cf. Chapitre IV). Nous avons suivi le canevas habituellement utilisé par les enseignants de phonétique où la perception est travaillée avant la production, et la prosodie, et plus particulièrement l'intonation, est abordée avant la phonologie. Il y a là une volonté d'imiter l'apprentissage naturel d'une langue, puisque des travaux ont montré que l'enfant exploite la prosodie avant les phonèmes dans sa langue maternelle (cf. Section I.2.1) et qu'il perçoit avant de produire les sons de parole (cf. Section I.1.2). Il est probable également que la majorité des concepteurs de manuels soit favorable aux recherches qui mentionnent l'intérêt, pour enseigner les segments d'une langue, de travailler sur des traits plus larges : syllabes, intonation, prosodie (cf. Section I.2.1). Pour concevoir le matériel didactique, nous nous sommes également appuyée sur les préceptes de la méthode verbo-tonale parce qu'elle est largement utilisée en classe de phonétique corrective, parce qu'elle considère que « *du point de vue phonétique, la prosodie constitue en quelque sorte la forme globale dans laquelle se moulent les phonèmes* » (Renard, 2002 : 15), et parce qu'elle s'intéresse à des éléments caractéristiques de la voix chantée, en particulier l'allongement de la durée des sons et la modulation de la fréquence fondamentale (cf. Section I.2.1 et Chapitre III). Dans le chapitre III justement ont été testés quelques outils faisant appel à des notions musicales et exploités par la méthode verbo-tonale enseignée. Aucun effet de la durée et de la hauteur sur les scores de discrimination des voyelles non-natives /y/ et /ø/ n'a été trouvé. Les raisons peuvent être celles évoquées par Racette et Peretz (2007) (cf. Section IV.3), ou bien peuvent être liées au fait que, ni dans le chapitre III, ni dans ce chapitre, la méthode verbo-tonale n'a été utilisée en tant que telle. Renard précise d'ailleurs (2002 : 15) que

« l'apprentissage phonétique est diffus dans l'apprentissage de la langue : c'est un processus continu qui doit faire l'objet d'une éducation permanente. Il n'y a donc pas de leçon de phonétique à proprement parler. »

Rappelons toutefois que la méthode utilisée pour l'enseignement des voyelles du français dans cette étude de production prend bien en compte, comme recommandé par Renard, la langue en tant que tout. Cette dernière y est enseignée de manière inductive et exploite la répétition. L'enseignement-apprentissage d'éléments suprasegmentaux (prosodie et rythme en particulier) précède celui des segments. L'appropriation des structures prosodiques rend celle des éléments phonétiques plus accessible, tout en donnant le sens général du discours. La méthode de correction phonétique proposée dans cette étude de production du français prend en compte les grands principes présentés par Renard (2002) mais exploite aussi des outils spécifiques et des exercices systématiques afin de tenter de corriger certaines erreurs de perception et de production phonético-phonologique. Dans notre cas, les difficultés avaient été prédites après comparaison des systèmes vocaliques de l'italien langue source et du français langue cible (cf. Chapitre II) comme suggéré par la théorie de l'analyse contrastive (Lado, 1957 ; cf. Chapitre I) et en prenant en compte les théories et les modèles d'apprentissage (cf. Chapitre I) puisque les structures des systèmes acoustiques vocaliques connus influencent l'apprentissage de la structure d'une langue nouvelle (cf. Chapitres III et IV). Selon Rivenc (2002 : 30), *« une utilisation correcte de la méthode verbotonale n'est même possible que dans ces conditions. Mais il est important que les résultats ainsi obtenus soient immédiatement réinvestis, ne serait ce que brièvement, dans une situation ou une activité communicative »*.

Les activités traditionnellement promues dans les méthodes de correction phonétique en français langue étrangère (pour un exemple, cf. Kaneman-Pougatch et Pedoya-Guimbretière, 1991) visent en premier lieu à sensibiliser aux faits suprasegmentaux (Abry et Chalaron, 1994) et à la discrimination des phonèmes, compétence considérée inévitable pour l'acquisition des phases détaillées ci-après (Calbris, 1978 ; Choque, 2007). En second lieu, le programme poursuit avec une activité centrée sur la gymnastique articulaire, mais rarement abordée en conscience alors même que certains chercheurs comme Scotto di Carlo (1991) et didacticiens comme Zedda affirment qu'un apprenant qui « a une écoute défectueuse, détournée, ou bien tout simplement sélective » (2006 : 5) peut rapidement progresser grâce à des exercices de proprioception. C'est la raison pour laquelle, dans les deux méthodes testées, nous avons ajouté aux ressources correctives existantes des activités autour du geste articulaire. Il s'agissait en outre d'une précaution au cas où le geste articulaire serait à l'origine du décodage de l'information sonore en unité linguistique comme supposé par certains chercheurs (cf. Section I.1.2). La troisième étape de la séance (ou de la séquence didactique, selon les méthodes des enseignants) consiste très souvent à associer les codes écrit et oral, d'abord parce que l'écrit reste le support privilégié des institutions, que son usage corresponde ou non au besoin ou à l'objectif des apprenants, ensuite parce qu'il reste le moyen le plus utilisé pour les évaluations, même phonétiques, et enfin parce que la difficulté est majeure dans la mesure où phonèmes et graphèmes entretiennent rarement comme en français un rapport biunivoque dans un système donné et encore moins entre des systèmes linguistiques comparés. Enfin, la séquence didactique se termine – lorsque les conditions d'enseignement-apprentissage le permettent – avec des échanges oraux dirigés de production orale spontanée, sous l'autocontrôle des apprenants.

Les propositions méthodologiques (Cornaz, 2008 ; Cornaz, Vallée et Henrich, 2010 ; Cornaz et Caussade, 2014) ont consisté à ajouter à ces propositions didactiques traditionnelles un ensemble d'activités et d'exercices

initialement utilisés dans des disciplines éloignées de la phonétique corrective (quoique de rares méthodes de français langue étrangère en présentent certaines) mais qui nous semblaient exploitables pour l'intégration segmentale en langue étrangère et qui incitent à un travail perceptif et vocal semblable à celui utilisé par les comédiens, les chanteurs ou encore par les orthophonistes. L'hypothèse était que la présence de ces activités et exercices renforcerait l'efficacité de la méthode de correction des phonèmes vocaliques non-natifs. Nous avons montré que les exploitations de la chanson foisonnent dans les manuels de langue et sur les sites pédagogiques, mais sont concrètement peu exploitables pour le travail phonétique (cf. Chapitre I). Les propositions de Dupessey et Fournier (1999), Zedda (2006) et Choque (2007), qui s'intéressent réellement aux atouts du travail en voix chantée pour l'entraînement perceptif et articulatoire, nous ont semblé pertinentes pour la conception de ce programme expérimental. En les associant à celles des professionnels de la voix, nous avons conçu une méthode test intégrant – en plus des activités précitées – les activités suivantes : connaissance de l'Alphabet Phonétique International (API), détente corporelle, sensibilisation à la décomposition perceptive du son en bandes de fréquences, travail articulatoire par la conscience proprioceptive, travail sur les représentations, vocalises et assouplissement-musculation des articulateurs mobiles et, pour finir, mémorisation d'une comptine contenant les voyelles cibles étudiées au cours de la séance. En plus d'être un support mnémotechnique de contenus langagiers (Morris *et al*, 1977 ; Bustarret, 2007), la comptine doit servir de référence sur le long-terme afin de faciliter, chez les apprenants, les compétences d'auto-jugement évaluatif et d'autocorrection, jusqu'au moment où ces gestes articulatoires seront intégrés et évidents (Schön *et al.*, 2008).

Les supports créés dans cette recherche se veulent fonctionnels avec des publics d'âge et de culture variés, possédant d'autres systèmes phonologiques et dont les processus de traitement perceptif des sons diffèrent. Il suffit aux enseignants d'adapter le contenu phonétique aux difficultés linguistiques que leurs apprenants pourraient avoir. Dans ce but, l'enseignant peut utiliser à cet effet les ressources scientifiques à sa disposition, utiliser l'analyse contrastive (Lado, 1957 ; Chapitre I et Chapitre II), les théories d'apprentissage des sons (cf. Chapitre I) et la théorie du marquage (Eckman, 2008). Nous insistons néanmoins sur quelques conditions méthodologiques qui doivent être réunies pour tester notre méthode intégrant la voix chantée :

- Avant tout, dans le but de maintenir l'attention et le plaisir des apprenants, une séance de correction phonétique ne doit pas excéder deux heures ;
- Chaque séance nécessite de courtes interruptions ou un changement régulier d'activités (Werkin, 2002). L'objectif est d'éviter une perte de l'attention, laquelle limiterait le développement des compétences proprioceptives, tout en satisfaisant différents profils d'apprentissage, d'accroître les chances de réception et d'intégration des savoirs sur le long-terme ;
- Pour mieux guider les apprenants, il importe de garder un rituel dans l'ordre des activités, même si celui des exercices qui les composent est d'une importance moindre (Zedda 2006). Il nous semble même que le retrait d'une seule d'entre elles rendrait caduc le programme de correction phonétique ;
- Comme suggéré par Calbris (1978), nous souhaitons aussi que soient exposés clairement, et en lien avec les modalités évaluatives, les objectifs correspondant à chaque activité ;
- D'autre part, dans le but de favoriser la confiance et l'écoute, nous recommandons une classe composée d'un petit groupe d'apprenants afin de faciliter le travail phonétique (< 12 apprenants). Il est possible de

scinder la classe en îlots ou d'utiliser l'alternative du laboratoire de langue qui offre la possibilité du travail en autonomie ou en tandem enseignant-apprenant grâce à l'usage du casque (Abry et Chalaron, 2004) ;

- Au niveau de la disposition du groupe-classe, l'agencement en cercle voire en U est préconisé (*ibid.*). Il favorise les échanges entre les membres du groupe, facilite la libre circulation de l'enseignant dans l'espace et permet des dyades enseignant-apprenant utiles aux corrections auditives et articulatoires.

V.1.2 Activités de la méthode didactique en voix chantée

Nous présentons ci-dessous les activités de la méthode testée dans l'étude de production. En intégrant les nouvelles activités au programme traditionnel, nous obtenons une progression contenant des paliers d'enseignement-apprentissage plus simples, plus courts et plus variés (cf. Annexe VIII).

V.1.2.1 Perception visuelle des mécanismes de la voix

Selon le public concerné, la découverte de la physiologie de la voix et de la production des sons peut faciliter la compréhension du rôle et du fonctionnement de la respiration, des plis vocaux et des articulateurs. Dans ce but, l'enseignant présente aux apprenants un schéma des poumons, de la zone laryngée et des articulateurs (cf. Figure V.1 à titre d'exemple). Il est utile de faire ressentir à ce moment-là de la séance didactique ces différents mécanismes de la parole afin de mettre en lien l'aspect théorique et l'aspect perceptif. C'est pourquoi nous conseillons dans un premier temps de faire respirer les apprenants sans intervention des plis vocaux ni des articulateurs, dans un deuxième temps de faire vocaliser des notes modulées sous forme de sirène sur un seul et même phonème, puis dans un troisième temps de faire produire aux apprenants différents phonèmes sur une note unique.

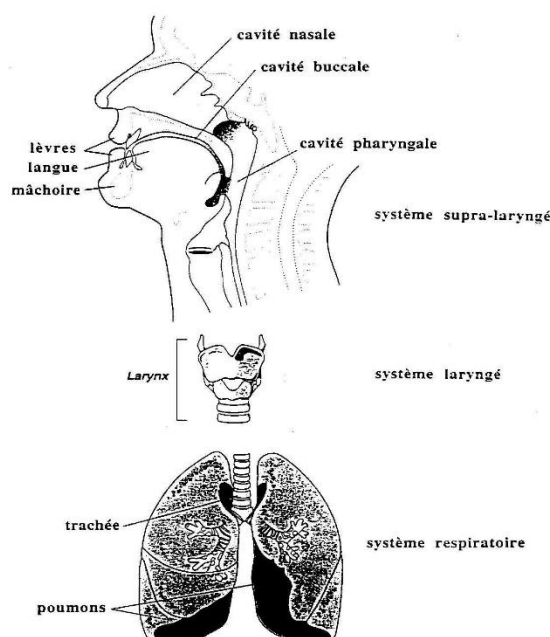


Figure V.1 Exemple de schéma présentant les systèmes respiratoire et laryngé (vus de face) et le système supra-laryngé (vu de côté) de la production de la voix.

Perception visuelle des mécanismes de la voix

Objectif	Découverte des aspects théoriques et perceptuels des mécanismes de la voix afin de faciliter la compréhension de son rôle et de son fonctionnement.
Exercices	<p><u>Exercice n°1 : Découverte théorique et visuelle des mécanismes de la voix</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Objectif : Comprendre les trois systèmes indispensables à l'émission de la parole (voix parlée et voix chantée). • Matériel : Un schéma du type de celui présenté Figure V.1. • Consignes : <ul style="list-style-type: none"> • Montrer chacun des différents systèmes nécessaires à l'émission vocale. • Expliciter le rôle de chacun. • Donner quelques indices sur les différences phonatoires et acoustiques en voix parlée et en voix chantée. <p><u>Exercice n°2 : Découverte théorique des systèmes nécessaires à la vocalisation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Objectif : Découverte proprioceptive des systèmes et de leur rôle sur l'émission vocale. • Matériel : Un schéma du type de celui présenté Figure V.1. • Consignes : <ul style="list-style-type: none"> • Respirer sans intervention des plis vocaux ni des articulateurs. • Vocaliser des notes modulées sous forme de sirène sur une seule et même voyelle. • Produire différentes voyelles sur une même note.
Remarque	Il est également possible de demander aux apprenants de poser les mains sur le thorax ou sur la zone laryngée, ou encore sous les narines, devant la bouche, sous la mandibule, etc. afin de les aider à ressentir les mouvements et les zones caractéristiques de l'émission vocale.

V.1.2.2 Outil de transcription des sons de la parole : l'API

La connaissance de l'API, en rendant la diversité des sons « visible », offre à l'apprenant la possibilité de comprendre que certains sons lui sont inconnus. Cette séquence dans l'enseignement-apprentissage de la phonétique n'est pas novatrice (Wachs, 2011) mais est peu utilisée par les enseignants de Français Langue Étrangère (Boite, 2009) peut servir pour engager une réflexion sur l'assimilation des sons de la langue étrangère à des unités sonores du système phonologique de départ (Flege, 1987 ; Best, 1995 ; cf. Chapitre I), sur le rapport graphie/phonie qui diffère selon les langues (par exemple, [u] se transcrit « u » en italien mais « ou » en français), ou encore sur le fait que certains phénomènes oraux, tels que la liaison, le schwa, la coarticulation, les assimilations... ne sont guère transcriposables avec l'outil orthographique (Germain-Rutherford, 1998). Cette activité est nécessaire en début de séance phonétique, car il s'agit de la découverte et de l'appropriation de l'outil avec lequel la langue cible sera ensuite observée et manipulée. L'API permet en outre de décrire les sons en lieux et modes d'articulation, ce qui permet de faire du lien avec l'activité précédente. Dans le cas où les apprenants seraient déjà familiarisés avec l'API, cette activité peut être contournée.

V.1.2.3 Détente et cantillations

Zedda (2006) et Choque (2007) proposent un rituel de relaxation en début de séance. L'objectif est de rendre les apprenants physiquement et psychologiquement disponibles à l'étude des sons. Il s'agit d'exercices originellement utilisés en eutonie, en hypnose, en sophrologie et en yoga et qui permettent de se concentrer sur des phénomènes physiologiques et de cibler les effets de la respiration, du relâchement physique et mental, du bâillement, de l'étirement... tout élément propice à l'attention et à la « *bonne diction* » (Zedda 2006 : 7 ; pour une explicitation du terme, se reporter au I.2.3.4 : 74). Il est même envisageable de faire vocaliser les apprenants lorsqu'ils bâillent, ce qui est là une technique largement usitée en cours de chant ou en orthophonie via la mélodie-thérapie. La vocalisation peut aussi être obtenue en faisant vibrer les lèvres, en demandant par exemple aux apprenants d'imiter des bruits d'une course de voiture. Tout en échauffant la voix et en détendant les articulateurs, ces exercices et ce type d'images mentales apportent un aspect ludique au cours (cf. Section I.2.2.4).

V.1.2.4 La perception/proprioception de la sensation d'"acuité" des voyelles

Afin de gagner en acuité auditive, un travail sur des phénomènes sonores auxquels un auditeur/locuteur n'est plus attentif est indispensable : il peut s'agir d'exercer la perception à des sons non-natifs ou à percevoir les harmoniques dans le spectre sonore d'une voyelle par exemple (Dupessey et Fournier, 1999 ; Choque, 2007). Ce procédé permettrait aussi de favoriser la perception de divergences de fréquences entre les qualités vocaliques de la langue étudiée (*ibid.*). L'attention des apprenants doit porter dans cette activité sur les sensations auditives et articulatoires, ainsi que sur le ressenti de vibrations dans des zones du corps conséquentes de la vocalisation. L'intégration kinésique serait en effet utile à l'acquisition de la parole (Kaneman-Pougatch et Pedoya-Guimbretière, 1991 ; Zedda, 2006). L'activité consiste en un travail de groupe dans lequel un ensemble de personnes maintient dans un premier temps une note à la manière d'un continuo sur une voyelle donnée, puis sur lequel, dans un deuxième temps, un participant chante sur la même note une seule ou une suite de voyelles perceptivement plus aiguës ou acoustiquement plus diffuses (plus « claires » selon la méthode verbo-tonale, cf. Section I.2.1). Cette proposition, bien que se rapprochant de la méthode verbo-tonale (Renard, 2002), s'en différencie par le fait (1) qu'elle privilégie une activité chorale et proprioceptive, (2) qu'elle ne s'appuie ni sur l'entourage phonémique, ni sur la prosodie, ni sur l'articulation nuancée, (3) qu'elle ne consiste ni à insister sur les différences entre le modèle attendu de prononciation et l'articulation erronée de l'apprenant, ni à exagérer l'articulation de ce dernier de manière à l'opposer à celle qui a été produite. Cette activité peut être reprise régulièrement durant la séance de correction phonétique dans la mesure où elle suscite chez les apprenants un regain d'intérêt pour le travail perceptif et articulatoire.

Perception/proprioception de la sensation d'acuité des phonèmes

Objectif	Favoriser la perception de divergences de fréquences entre les voyelles de la langue cible, mais aussi avec la langue maternelle.
Exercices	<p><u>Exercice n°1 : Continuo à deux voix</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Consignes : <ul style="list-style-type: none"> Faire mettre debout et en cercle, épaule contre épaule, le groupe d'apprenants. Demander à un groupe d'apprenants d'effectuer une basse continue sur la voyelle décrite comme étant perceptivement la plus grave [ɔ̃]. Demander à un premier apprenant de chanter sur la même note une voyelle décrite comme étant perceptivement plus aiguë, par exemple [i]. Demander à chaque soliste de passer le relais à son voisin, de sorte que chacun teste une voyelle différente de [ɔ̃] et se concentre sur les impressions de différences d'acuité. Demander aux apprenants de décrire leurs sensations proprioceptives et de les comparer avec celles des autres apprenants.
Remarque	Nous préconisons de ne commencer ce travail articulatoire qu'une fois les activités de cantillations abouties et avant la pratique de vocalises contenant des phonèmes cibles.

V.1.2.5 Vocalisations

Les vocalises à parole (ne serait-ce qu'à un seul phonème) sont utiles aux apprenants pour échauffer les muscles et pour aider les apprenants à comprendre l'intervention et le rôle des articulateurs. Il est recommandé de débiter avec des fréquences tonales chantées proches de celles de la voix parlée en situation normale de parole, autour du la^b_2 (A^b_3 en notation anglo-saxonne, soit environ 220 Hz) pour les femmes, du la^b_1 (A^b_2 en notation anglo-saxonne, environ 110 Hz) pour les hommes, et du mi^b_3 (E^b_4 en notation anglo-saxonne, environ 330 Hz) pour les enfants, voire du sol_3 (G_4 en notation anglo-saxonne, environ 396 Hz) pour les tout-petits. Cela permet, outre de rassurer les apprenants non musiciens, d'échauffer en douceur la voix et de travailler et développer très progressivement la perception, la production, et la proprioception (Cornaz, 2008 ; 2014). Concernant la question des intervalles, nous suggérons l'utilisation de la quinte comme intervalle maximum afin d'éviter des difficultés vocales chez les apprenants (Dodane, 2003 ; Cornaz, 2008). Il est possible de coarticuler une consonne, de préférence sonore comme les consonnes latérale /l/ et nasale /m/ pour faciliter la diction chantée. Cependant, comme précisé dans le Chapitre III, la coarticulation peut impacter la perception et risque, selon nous, de limiter le développement de la conscience proprioceptive des gestes articulatoires nécessaires à la réalisation des voyelles n'appartenant pas à la langue maternelle de l'apprenant.

Vocalisations

Objectif	Échauffer la voix, détendre les apprenants et les mettre en condition de réception, exercer les systèmes de la production de la voix, améliorer la perception et la proprioception.
Exercices	<p><u>Exercice n°1 : Massage et relaxation du corps</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Objectif : Échauffement corporel et préparation mentale et physique. Consignes : <ul style="list-style-type: none"> Assis sur une chaise ou debout, masser son corps et s'étirer. Bâiller (pour ce, faire ouvrir exagérément la mâchoire et inspirer de l'air par le nez comme pour respirer une fleur, finir l'inspir par la bouche restée grande ouverte). <p><u>Exercice n°2 : Cantillations</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Objectif : Échauffement de la voix. Consignes : <ul style="list-style-type: none"> Suivre les consignes de l'enseignant au fur et à mesure : bruits de voiture, sirènes sur des consonnes, expirations brutales et répétées sur des consonnes... Faire à sa vitesse des sirènes bouche fermée en utilisant la consonne /m/, sur différentes fréquences descendantes, montantes puis alternées. <p><u>Exercice n°3 : Vocalises sur des phonèmes cibles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Objectif : Échauffement de la voix. Matériel : Des vocalises du type de celles proposées Figure V.2 et Figure V.3⁸⁹. Consignes : <ul style="list-style-type: none"> Répéter après le formateur la mélodie bouche fermée en utilisant la consonne /m/. Répéter le texte en suivant les indications du formateur, sans aucun ajout mélodique. Dans un premier temps, aborder le texte sans rythme, et dans un second temps, ajouter le rythme au texte.
Remarques	Les cantillations et les vocalises permettent plus aisément de travailler la correction phonétique segmentale vocalique plutôt que consonantique.



Figure V.2 Exemple de vocalise pour une série de voyelles de même degré d'aperture (Cornaz, Chovelon et Jauneau-Cury, 2014).

⁸⁹ Toutes les partitions originales présentées dans ce chapitre ont été éditées avec le logiciel libre MuseScore, 2012.



Figure V.3 Exemple de vocalises pour une suite des voyelles de même trait d'antériorité (Cornaz, Chovelon et Jauneau-Cury, 2014).

V.1.2.6 Travail auditif autour de la prosodie et des segments contenus dans la comptine

Les méthodes de correction phonétique travaillent souvent les traits supra-segmentaux avant ceux segmentaux et dans des activités séparées, la première offrant un cadre général dans lequel s'inscrit ensuite la deuxième. Le contenu de ces deux activités a été basé sur le texte de la comptine, donc aussi dans la méthode traditionnelle où la mélodie de la comptine n'était pas enseignée-apprise. Plus précisément, la sensibilisation aux faits suprasegmentaux vise à élargir peu à peu la reconnaissance des profils prosodiques que sont l'intonation, le rythme, les accents (Champagne-Muzar et Bourdages, 1993), ou encore des caractéristiques de la langue étudiée tel l'accent de mots et de phrases (Callamand et Pedoya, 1984). Dans le cas où la comptine est chantée, cette activité assure à l'apprenant un travail intonatif et rythmique sans interférence musicale ce qui est important puisque comme montré dans le Chapitre I, la prosodie et le rythme de la langue parlée ne correspondent pas toujours avec la mélodie et le rythme de la langue chantée. Ensuite, le travail sur la distinction des traits vocaliques du système phonologique cible (Calbris, 1978) vise à renforcer la conscientisation des différences intra- ou interlangues (Zedda, 2006). D'ailleurs, dans le but de développer l'aptitude à reconnaître perceptivement un phonème malgré la variation de ses réalisations (cf. Sections I.2.1 et III.5.3), il est intéressant de confronter l'apprenant à une sélection de mots dans lesquels la position de la voyelle cible varie et autour de laquelle l'entourage consonantique permute.

V.1.2.7 Travail de visualisation des mouvements articulatoires et triangle vocalique

Scotto di Carlo (1991) incite à compléter la méthode kinésique et perceptive abordée précédemment par la mise en confrontation de représentations visuelles ou mentales des mouvements articulatoires. Les images schématisées (Léon, 2003), les photographies, les coupes sagittales ou les vidéos (Abry et Chalaron, 1994) guident les apprenants dans la prise de conscience des différences de positionnement des articulateurs selon les phonèmes et selon les différentes réalisations sonores d'un même phonème de la langue de départ et de la langue cible (Vo, 2000 ; Zedda, 2006), et facilitent par là-même l'enseignement et des allophones et des contextes dans lesquels ils apparaissent. Comme ces outils ne sont pas toujours suffisants pour obtenir de l'apprenant la réalisation de coordinations neuro-musculaires nécessaires à la bonne prononciation et que, dans l'acquisition de mouvements qui ne sont pas sous la dépendance de contrôle conscient, « le fait d'imaginer qu'on exécute un mouvement s'accompagne d'une activité neuro-musculaire subliminale au niveau des muscles impliqués dans l'exécution de ce mouvement » (Scotto di Carlo, 1991 : 1025), les images mentales peuvent s'avérer efficaces en classe de correction phonétique. Pour compléter ces supports, Dupessey et Fournier (1999) invitent les enseignants à faire étudier aux apprenants les voyelles par des vocalises de séries de voyelles basées sur le concept du trapèze vocalique. Selon ces auteurs, elles seraient un excellent intermédiaire pour ressentir les

mouvements articulatoires fins des lèvres, de la langue et de la mandibule. Nous estimons qu'elles ont par ailleurs le mérite d'aider à la compréhension des dimensions vocaliques et à leurs correspondances proprioceptives, de muscler et d'assouplir tous les éléments de la cavité buccale impliqués dans la production des voyelles. Dans le cas du français où les voyelles ne sont pas diphtonguées, ce travail est intéressant pour l'apprentissage d'une émission de voyelles non relâchées. Pour renforcer la souplesse musculaire et la maîtrise articulatoire (mais aussi la discrimination des phonèmes), peut faire suite un exercice d'hyper-articulation, typique chez les comédiens. Le texte de la comptine est pensé en ce sens, mais l'enseignant peut exploiter des virelangues existantes contenant le ou les sons qu'il souhaite faire apprendre. Les phrases peuvent être répétées par extraits puis intégralement, avec ou sans rythme/accent marqué, ou encore en supprimant les consonnes.

V.1.2.8 L'apprentissage d'une comptine didactisée au service de la mémoire et de la motivation

L'instrument vocal chauffé grâce aux vocalisations et aux exercices physiques, les apprenants sont fin prêts à apprendre la comptine. La mélodie est enseignée sous forme de cantillations ou de vocalises sans texte, par exemple en bouche fermée sur la consonne /m/, puis sur un phonème cible. Le texte, vu et revu tout au long de la séance, perceptivement autant qu'articulatoirement, est ensuite associé à la mélodie.

L'exemple suivant est basé sur la comptine *Une puce fume la pipe* (Figure V.4 ; Cornaz, Chovelon, Jauneau-Cury, 2014) écrite spécialement pour l'étude de production (cf. Chapitre IV). Elle a été écrite dans un objectif didactique selon des contraintes précises, explicitées plus en avant dans ce même chapitre (cf. Section V.3).

Une puce fume la pipe

Chrystèle Chovelon - Sandra Cornaz

Voice

Une puce sur un mur fume la pipe et s'a - muse, du haut du

Vo.

mur elle dé - bute la flûte. fu - mer est ar - du a - vec une em - bou -

Vo.

chure, sur - prise elle chute et perd son ar - mure.

D.C.

Figure V.4 Comptine *Une puce fume la pipe* composée pour l'apprentissage de /y/.

Apprentissage de la comptine

Objectif	Soutien mnémotechnique et moyen ultérieur d'auto-jugement évaluatif et d'autocorrection des gestes articulatoires.
Exercices	<p>Note préliminaire : les exercices 1 et 2 peuvent être abordés sous forme d'allers-retours. Selon le temps à disposition de l'enseignant, nous recommandons la transmission orale d'une phrase chantée (exercice 1) puis parlée (exercice 2) jusqu'à ce que cette dernière soit suffisamment acquise avant de passer à une autre phrase.</p> <p><u>Exercice n°1 : Apprentissage de la mélodie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Objectif : Mémorisation du canevas mélodique de la comptine. • Matériel : Par exemple la comptine ci-dessus, Figure V.4. • Consignes : <ul style="list-style-type: none"> • Répéter la mélodie de la comptine phrase par phrase (puis la totalité) (en imitant le formateur) en bouche fermée sur la consonne nasale /m/. • Répéter la mélodie de la comptine phrase par phrase (puis en entier) après le formateur. <p><u>Exercice n°2 : Apprentissage de la comptine</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Objectif : Mémorisation des paroles de la comptine. • Matériel : Par exemple la comptine ci-dessus, Figure V.4. • Consignes : <ul style="list-style-type: none"> • Répéter les paroles en voix parlée phrase par phrase (puis la totalité) après le formateur. • Répéter les paroles en voix scandée, c'est-à-dire toujours en voix parlée mais en y intégrant le rythme de la comptine, phrase par phrase (puis en entier) après le formateur. • Répéter les paroles en voix chantée phrase par phrase (puis en entier) après le formateur.
Remarque	Après une première phase d'apprentissage à l'unisson, il est également possible de faire chanter cette chanson en canon ou à deux voix (à la tierce ou à la quinte) par les apprenants, ou encore en demandant à un apprenant ou à un groupe d'apprenants de chanter la mélodie pendant que l'autre apprenant ou groupe d'apprenants récitent les paroles en voix scandée. Ainsi les apprenants répètent et mémorisent les paroles et la mélodie de manière ludique.

V.1.2.9 Productions orale et écrite

L'enseignant doit introduire la langue écrite dans la majorité des systèmes d'étude, et pour cela les exercices sont nombreux : écoute avec sélection de la graphie correspondante parmi un choix multiple, dictées, comparaisons API/orthographe, lecture (voir, entre autres, Kaneman-Pougatch et Pedoya-Guimbretière, 1991). Puisqu'une comptine a été apprise à l'oral et que l'API est en phase d'acquisition (s'il n'est pas déjà acquis),

nous conseillons d'initier les apprenants à la transcription orthographique par ces deux biais. En effet, la transcription des paroles en API permet à l'enseignant et aux apprenants de vérifier la perception, puis d'examiner leur capacité à mettre en relation l'API et les différentes graphies correspondantes en langue française.

Une phase de production dirigée est ensuite utile pour l'acquisition d'automatismes verbo-moteurs sur les plans articulatoires et prosodiques en voix parlée, et peut même être considérée nécessaire si l'on convient que la production chantée et la production parlée ne procèdent pas tout à fait des mêmes fonctionnements moteurs (cf. Section I.2.3.4). Il s'agit de demander à l'apprenant de s'habituer à articuler un mot puis une chaîne de mots en contexte et comprenant les traits articulatoires cibles (Abry et Chalaron, 1994). De plus, dans la mesure où il est avéré qu'un locuteur ne peut pas s'auto-évaluer comme s'il n'était qu'auditeur – en raison de la conduction osseuse des vibrations vocales (Scotto di Carlo, 1991) –, un matériel d'enregistrement audio(-visuel) peut être utilisé (cf. 0). Enfin, la production spontanée qui clôt la séance est l'occasion de vérifier l'acquisition des faits phonétiques dans un échange censé être plus fluide.

V.2 Intérêt de la vocalise et de la comptine

Le Ministère français de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MENESR, 1999, 2008) recommande de faire entrer les enfants dans le langage entre autres par l'exploitation des poèmes, des contes, des comptines et des chants. Selon les auteurs de plusieurs *Bulletins Officiels (BO)* hors-série, dont le n°8 du 21 octobre 1999 et le n°3 du 19 juin 2008, les textes à lire, à réciter, à conter, à chanter ou à écouter seraient initiateurs d'une ambiance propice à l'apprentissage du fait qu'ils génèrent une cohésion de groupe, favoriseraient la conscience phonologique et le plaisir de jouer avec les phonèmes et la morphologie, et amélioreraient la compréhension et la mémorisation du système écrit et de la correspondance entre graphie et phonie. C'est parce qu'ils définissent ces supports comme des *écrits oralisés* et musicalisés qu'ils voient en eux un outil intéressant pour l'exploration de l'écrit, mais cette conception nous semble discutable si l'on admet que le conte, la comptine et la chanson proviennent d'une tradition orale et ne relèvent de l'écrit que depuis peu, à moins qu'un travail perceptif et articulatoire précède celui en lien avec l'écrit (cf. par exemple Knowles et Perez, 2002). Cependant, ce qui nous intéresse ici est l'intérêt que le MENESR porte aux pratiques artistiques offrant au langage un rôle fondamental, qu'il suggère leur exploitation pour faire entrer le locuteur-auditeur dans sa culture maternelle ou dans une culture étrangère, tant au niveau musical que langagier, et qu'il envisage ce support comme un outil adéquat pour étudier les phonèmes puis le lien entre phonie et graphie. Comme les institutions scolaires nationales du Primaire, la didactique des langues étrangères exploite de nombreux supports mélodiques et rythmés couvrant les générations et les genres esthétiques. Citons parmi tant d'autres les comptines, les chansons, les récitatifs, les textes rappés, voire les textes slamés et les virelangues. Il arrive même que les enseignants disposent d'un support visuel (par exemple, mais sans visées phonétiques, les supports *Des clips pour apprendre*, *Génération Française*, *Génération Animée*, cf. Section I.2.3.2) complémentaire au geste manuel (Gattegno, 1966 ; Colletta, 2009 ; Cornaz, Caussade et Tisserand, 2014) et à l'audio.

Il appartient à l'enseignant de sélectionner, au milieu de cette foison d'outils authentiques associant texte et musique, le matériel adéquat et exploitable dans un contexte didactique donné. Il lui faut concilier ses volontés didactiques non seulement avec les réalités du terrain et les objectifs d'étude, mais encore avec les profils émotionnels des apprenants puisqu'il est désormais admis que ceux-ci impactent fortement l'apprentissage (Shelton, 2000 ; Blanchard et Frasson, 2007). La création de la séquence didactique demande à l'enseignant un véritable effort de recherche documentaire d'une part et d'adaptation du matériel authentique au contexte pédagogique d'autre part, et même lorsque le manuel de référence propose déjà une exploitation (par exemple Mauger, 1953 ; Garabédian *et al.*, 1991 ; Guimbretière, 1994 ; Beacco di Giura *et al.*, 2000 ; Döring et Vermeersch, 2001, 2002 ; Döring *et al.*, 2001, 2002 ; Girardet et Cridlig, 2002 ; Durand *et al.*, 2003 ; Girardet, 2004 ; Girardet et Pécheur, 2002, 2006 ; Abry et Veldeman, 2007 ; Abry et Chalaron, 2009, 2011). Le choix du format de langue chantée à exploiter dépend de la situation pédagogique et de ce que le didacticien souhaite en extraire. Du fait de leurs caractéristiques intrinsèques, parmi les nombreuses possibilités d'association texte et musique citées précédemment, la vocalise et la comptine nous ont semblé les genres les mieux adaptés à notre objectif d'enseignement-apprentissage de la phonétique d'une langue étrangère. Elles sont notamment très faciles à moduler, voire à concevoir, en fonction des réalités du terrain, suscitent plaisir (Groslezat, 1998) et motivation (MENESR, 2008), et sont surtout les formes de langue chantée les plus aisément mémorisables entre toutes, ce que nous expliciterons plus en avant. Ces spécificités font d'elles des outils précieux pour l'acquisition.

Si le terme *vocalise* ne prête pas particulièrement à confusion⁹⁰, il convient en revanche de souligner que, selon les besoins et les intérêts de la communauté utilisant le vocable *comptine*, les définitions qui lui sont attribuées divergent. Ces dernières ne recouvrent pas exactement les mêmes genres de compositions « textuo-musicales », et n'ont pas la même origine sémantique, ni les mêmes visées (pour aller plus loin, voir par exemple les définitions suggérées dans Baucomont *et al.*, 1979 ; Taberlet, 1985 ; Despringre *et al.*, 1997 ; Chauvin, 1999 ; MENESR, 1999 ; Gonon *et al.*, 2004 ; Dodane, 2006 ; MENESR, 2008 ; Resmond-Wenz, 2008). Par ailleurs, l'étymologie de *compter* et *conter* est commune (Dubois, 2010). La distinction entre les termes est apparue au XIII^{ème} siècle (*ibid.*), période où la création du néologisme *contine* marque l'évolution de la charge culturelle partagée associée à ce genre, et notamment la distinction entre contes et narrations d'une part et comptines d'autre part.

V.2.1 La vocalise : un genre bien défini et un outil d'évaluation et de formation de la voix

La vocalise a pour but commun d'assurer l'échauffement vocal et d'entraîner en conscience l'appareil respiratoire, phonatoire et articulatoire du chanteur afin qu'il améliore sa technique vocale (cf. Section V.1). De plus, parce qu'elle est une forme de « langue chantée », elle donne accès à la maîtrise des paramètres de durée, de hauteur et d'intensité impliqués dans la phonation chantée et parlée (Wingate, 1976 ; Lalain *et al.*, 2000 ;

⁹⁰ Alors que la plupart des musiciens et musicologies considèrent que la vocalise définit un format chanté sans information sémantique, d'autres utilisent le terme pour décrire également des phrases mélodiques courtes avec parole (mots ou phrases, avec ou sans syntaxe).

Bader, 2007). Elle consiste en une mélodie très courte donc rapidement mémorisable, répétée successivement sur des notes ascendantes et descendantes et modifiée d'un demi-ton ou d'un ton à chaque reprise. Même s'il existe des vocalises ressemblant à des extraits de chanson, l'ensemble est le plus souvent travaillé sur des arpèges musicalement plus ou moins complexes et sur des gammes aux étendues variées. Ainsi, la concentration du chanteur se porte sur la détente, la respiration, la perception, l'assouplissement des articulateurs, les variations du débit articulatoire (Grubb, 1979 ; Gallet, 2002 ; Zedda, 2006), le renforcement musculaire, la proprioception. Pour éviter une surcharge cognitive, le texte est souvent simple, composé de quelques mots, de sons coarticulés quand ce n'est pas d'une seule et même voyelle puisque celle-ci est largement privilégiée par rapport à la consonne. Sans oublier qu'un apprenant non chanteur, et d'autant plus lorsqu'il est débutant dans la langue cible, doit aussi s'habituer à son propre timbre de voix et à l'image qu'il s'en fait. Les spécificités intrinsèques des vocalises contenant des voyelles ou des syllabes cibles expliquent qu'elles soient un outil prisé pour mener un bilan de diction, une formation et/ou une rééducation vocale (cf. Section I.2.3.3) vers ce que Zedda (2006 : 7) appelle la « *bonne diction* » (cf. Section I.2.3.4 : 74). Les vocalises, qui contiennent des éléments linguistiques spécifiques et contrôlés, ont l'avantage de permettre un travail combiné des éléments anatomiques nécessaires à l'ensemble voix-parole, de développer en conscience la boucle audio-phonatoire (Scotto di Carlo, 1978 ; Sundberg, 1987 ; Scotto di Carlo, 1991), de permettre une acquisition approfondie des contrôles auditif et moteur, d'offrir par ce biais un apprentissage personnalisé du bon usage de l'instrument vocal (cf. à ce sujet, Zedda, 2006).

V.2.2 La comptine : un genre complexe mais un support pédagogique intéressant

La comptine, qui est un genre textuel, musical et gestuel propre à l'univers infantin (Resmond-Wenz, 2008), désigne un texte chanté, récité ou scandé sur une mélodie simple, répétitive et très rythmée, de fait presque incantatoire. Sa finalité originelle est de compter, de départager, voire d'éliminer (Baucomont *et al.*, 1979). Le terme est couramment employé pour définir des formulettes visant à attribuer un rôle aux enfants membres d'un groupe de jeu (*ibid.*) ou bien à amener le petit enfant à développer ses connaissances de la langue maternelle (Dodane, 2006 ; Bader, 2007), sa représentation de schéma corporel (Grosliéziat, 1998, 1999a), sa proprioception et sa coordination. Certains chercheurs pensent en effet que la comptine consolide l'acquisition des sons de la langue maternelle chez l'enfant (par exemple le *tape-main* *Trois p'tits chats* selon Despringre *et al.*, 1997) justement du fait qu'elle prépare simultanément l'oreille, la voix et le corps au langage (Dodane, 2006). La polysémie actuelle du mot « comptine » fait qu'il est fréquent de regrouper aussi sous le même mot générique un ensemble de sous-genres tels que la formulette d'élimination (*counting-out rhymes* en anglais), la plombinette, les *tape-mains*, la berceuse, et même la chansonnette. C'est en fait la spécificité des thèmes abordés qui relie ces formes de discours, mais aussi l'accès commun au plaisir des jeux vocaux et sonores. La comptine autorise effectivement une grande créativité tant par les jeux morphosyntaxiques, lexicaux et sonores que par les choix de registres de langue qui peuvent se mêler au sein d'un même texte, générant par là une forme poétique de haute qualité (Chennevière, cité par Baucomont *et al.*, 1979). L'étude de Chauvin (1999) a également montré qu'à chaque comptine peuvent correspondre des variantes régionales. Néanmoins, il est intéressant de remarquer que les modifications régionales du texte sont minimales (Despringre *et al.*, 1997) et que la durée de la mélodie,

la longueur du texte, celle des groupes rythmiques, et le rythme lui-même, restent constants. Cette particularité rend l'appropriation de la comptine plus aisée pour les enfants, tout en assurant à l'œuvre son universalité (à propos des universaux métriques, voir Arleo, 2006) et sa pérennité (Baucomont *et al.*, 1979). D'autre part, plusieurs études montrent que les comptines, malgré leurs variations régionales, renseignent quant aux sons et à leur fréquence d'utilisation dans une langue donnée. Dans une étude publiée en 1980, Arleo montre que la structuration des chansons traditionnelles françaises et anglo-saxonnes qui composent son corpus s'imprègne de la structure syllabique la plus fréquente dans la langue de référence. Panayi a relevé que les « *échos poétiques* » de la comptine respectent sensiblement les fréquences phonématiques de la langue parlée, même si les divergences sont plus fortes pour les voyelles. Elle a par exemple noté que la voyelle fermée antérieure non arrondie /i/ est plus fréquente dans les jeux chantés que dans la langue parlée de référence (Despringre *et al.*, 1997). Il semble d'ailleurs que les comptines contiennent uniquement des phonèmes appartenant au système linguistique maternel (*ibid.*).

La définition de la comptine telle que nous venons de la voir est la plus communément admise, mais peut être discutée. Bien que des chercheurs considèrent que les comptines utilisées par les adultes auraient été inspirées du folklore enfantin pour mieux assurer des impératifs mnémotechniques et propagateurs de textes narrants des événements historiques ou faisant office de satires sociales et politiques (des exemples sont cités par de nombreux ouvrages, comme Baucomont *et al.*, 1979, et sur des sites de vulgarisation sur Internet), il est possible d'étayer la thèse inverse. Il n'est pas incohérent d'envisager que de multiples comptines proviennent réellement du répertoire adulte (*ibid.*), mais que l'univers enfantin se le soit tellement approprié qu'avec le temps il semble émerger de sa propre imagination ou encore que les adultes aient simplifié les mélodies et adapté le texte afin de rendre le support plus accessible aux enfants. Les partisans de cet argument justifient ainsi la présence de mélodies parfois élaborées en termes de tessiture et d'intervalles et la présence occasionnelle d'un lexique libertin dans certaines comptines chantées par les enfants. En effet, les enfants ne déchiffraient pas les sens cachés du fait de leur ignorance dans le domaine de la charge culturelle partagée des vocables et dans ceux historique et politique. Également, selon les observations de Kirshenblatt-Gimblett (1976), les jeunes enfants préfèrent les textes dépourvus de signification dans la mesure où leurs compétences phonologiques sont plus développées que celles syntaxiques et/ou sémantiques. Leur attention serait prioritairement consacrée aux jeux de sons (Bader, 2007). L'absence de sens lexical qui peut résulter du texte de la comptine renforcerait l'intégration inconsciente des phonèmes de la langue maternelle (Despringre *et al.*, 1997). Enfin, la présence de non-mots dans les comptines, tout autant que celle des suites de chiffres, pourrait renvoyer aux incantations, et donc au monde des adultes. Des formules empruntées aux rites sacrés se retrouvent dans des comptines de plusieurs cultures, aussi éloignées que la culture swahilie en Tanzanie (Yanucci et Palomares, 2012) et la culture savoyarde en France (Chauvin, 1999). Cependant, certaines ethnies n'autorisent pas les enfants à mêler texte et musique pour jouer, car la musique – et donc la voix chantée – a maintenu cette fonction de lien à la croyance. C'est le cas de certains peuples autochtones et groupes arabophones. Ce sont sans doute ces particularités culturelles qui expliquent, malgré de grandes tendances universelles établies, la diversité des formes de composition des comptines à travers le monde.

Les comptines revêtent dans d'autres circonstances un rôle supplémentaire puisque nombre d'adultes sont habitués à les utiliser pour sécuriser les jeunes enfants et les éduquer à la proprioception corporelle, au langage et à d'autres savoirs de base, ou à des intérêts familiaux et philosophiques ou religieux. De plus, comme le montrent les préconisations du MENESR (1999, 2008) ou les guides à destination des enseignants du primaire (Knowles et Perez, 2002), elles ont aussi intégré le milieu scolaire pour l'éducation à la citoyenneté et à la langue.

Les théories sur l'origine des comptines sont certainement plus complémentaires que contradictoires (Baucomont *et al.*, 1979). À l'instar du MENESR (1999, 2008) et des suggestions de Poliquin et Zolondek (1988), il nous semble que la comptine pourrait devenir un support didactique pertinent pour développer des activités langagières autour de phonèmes non-natifs et d'autant mieux si son contenu a été pensé en fonction de la situation d'enseignement-apprentissage. Comme la création de la comptine pourrait trouver son origine ailleurs que dans le monde de l'enfance, sans intervention d'éducateurs et dans une situation non didactique, nous pensons envisageable de l'utiliser comme support de correction phonétique auprès d'un public plus âgé. Rappelons de plus, que dans le champ didactique, le terme *comptine* inclut tout type d'enfantines (formulettes, jeux rimés, plombinettes, berceuses, etc.) et identifie surtout un texte court et simple, chanté sur une mélodie facile et cyclique, adressé à des enfants ou à des adultes, et composé par les uns ou les autres, dans un contexte pédagogique ou non, mais dans un but d'enseignement et d'apprentissage inductif ou pas, à travers le jeu.

V.3 Méthodologie de création des vocalises et de comptines pour la correction phonétique

V.3.1 Support authentique, didactique ou authentique didactisé ?

Les résultats d'études évoqués dans le Chapitre I, associés aux recommandations du MENESR (1999, 2008), nous ont convaincue de tenter une utilisation de la langue chantée pour l'acquisition phonétique en langue étrangère. Ainsi, l'interprétation du mot *comptine* est, dans ce travail de recherche, conforme à son usage en didactique.

La majorité des propositions didactiques relevées dans les manuels de Français Langue Étrangère exploitent des œuvres chantées authentiques du fait qu'elles sont particulièrement appréciées des apprenants car appartenant à la culture cible. Les supports du quotidien renforcent en effet la motivation des apprenants (Viau, 2000), paramètre primordial d'un apprentissage réussi (Vollmeyer et Rheinberg, 2000, 2004). C'est d'ailleurs pourquoi l'utilisation de tels supports est requise dans l'approche communicative, qui fait toujours actualité dans l'enseignement-apprentissage des langues. Une vocalise et une comptine authentiques rendraient donc peut-être la correction phonétique plus attrayante, mais bien souvent, l'adaptation du matériel au contexte didactique est indispensable pour faciliter l'accès des apprenants aux objectifs cibles et pour répondre au mieux à la situation didactique dans sa globalité. La forme et/ou le contenu du support originel est/sont alors modifié/e/s ou utilisé/e/s en partie seulement (Cornaz, 2006 ; Cornaz, 2008). C'est d'ailleurs ce qu'invite à faire, mais sans instructions spécifiques, le Bulletin Officiel hors-série n°8 du 21 octobre 1999 : « [Les] jeux langagiers, à partir de supports

variés et de situations stimulantes [...] doi[ven]t être encouragé[s] avec [...] le souci également de ne pas figer au-delà du nécessaire sa composition initiale. » (MENESR, 1999 : 5). De surcroît, dans cette action et pour le choix du matériel, les enseignants privilégient le texte, et surtout sa syntaxe et son vocabulaire, au détriment de la musique (Boite, 2009). Il faut dire que l'outil chanté n'est pas aisément adaptable aux contraintes d'une séance de correction phonétique, pas plus qu'aux besoins et attentes des apprenants, et d'autant plus lorsque la séance s'adresse à des adultes (Boite, 2009 ; Caussade, 2011). Les attentes de ce public sont bien précises et ses besoins sont spécifiques. Il a déjà accès au langage en tant que moyen de communication verbale et non-verbale, et il maîtrise une – voire plusieurs – langue(s) dans différentes sphères linguistiques (civilisation, grammaire, lexique, phonétique...), dans des niveaux de compétence divers (réception et/ou production écrite(s) et/ou orale(s)) et à des degrés variés d'aptitudes communicationnelles.

Suite à cette constatation, nous avons suggéré une démarche complémentaire à celle consistant à adapter un matériel déjà existant. Nous avons essayé de créer, à la manière des concepteurs de manuels, un support de correction phonétique, associant musique et texte, parfaitement ajusté aux besoins didactiques et à un public adulte, et dont la spécificité est, tout en étant artificielle, de suivre les règles du genre authentique.

Pour ce travail de création voulant concilier les contraintes artistiques, didactiques et phonétiques, en visant à servir l'apprentissage phonétique d'un public adulte de langue maternelle italienne et aux niveaux hétérogènes en langue cible, une collaboration étroite entre didacticien, phonéticien et compositeur a été indispensable. Soulignons encore que le but était d'obtenir un outil didactique phonétique performant et motivant ; mais, élément essentiel, préservant toutes les caractéristiques propres à la vocalise d'une part, et à la comptine d'autre part. En ce sens, la création du texte primait sur celle de la musique afin d'avantager les traits suprasegmentaux et segmentaux et de respecter les compétences musicales des apprenants, même si c'était en dépit de la musique. Autrement dit, dans cette création, la musique accompagne et renforce la phonétique, mettant l'art au service de la didactique. Dès lors, il était logique et fondamental que le compositeur intervienne une fois que le didacticien avait défini le niveau, les attentes et les besoins de son public. Ainsi, le rythme devait découler le plus spontanément possible de la lecture à voix haute du texte, et la mélodie devait provenir autant que possible du schéma intonatif des phrases qui composaient le texte. Or conserver les particularités de la comptine ou de la vocalise et y ajouter les besoins didactiques ont contraint le compositeur dans sa création. Ce sont les contraintes propres à la comptine, l'intérêt de ce partenariat et les difficultés qui en résultent que nous allons présenter dans la suite de ce chapitre.

V.3.2 S'inspirer des contraintes intrinsèques au genre qu'est la comptine

Les contraintes intrinsèques à la vocalise étaient simples à énumérer. En revanche, la comptine a nécessité que l'on s'attarde davantage sur ses particularités, bien avant de proposer des contraintes de création complémentaires, elles-mêmes issues des besoins et des objectifs du contexte d'enseignement-apprentissage de la phonétique. Suivant l'ordre de création choisi, nous avons observé les contraintes textuelles avant les aspects musicaux.

V.3.2.1 Les spécificités du texte

Un texte court et répétitif

La première chose à noter est la brièveté du texte des comptines, garantie d'un apprentissage mnémotechnique rapide (Bustarret, 2007). D'après nos observations de corpus, le texte est constitué en moyenne de 2 à 8 phrases, et d'une ou plusieurs strophes. Il est à noter que la répétition d'une strophe est fréquente, mais que celle-ci peut occasionnellement être composée d'une seule phrase. Si la comptine fait sens, la narration doit couvrir une histoire intégrale. En quelques phrases sont définis la situation, les personnages, l'(es) action(s) et son (leurs) résultat(s). Si plusieurs événements sont relatés, ils s'enchaînent très rapidement, sans même que des liens logiques ne soient établis (Dodane, 2006).

Des phrases simples

Si l'écriture des comptines en vers est fréquente, cela ne nous a guère paru une constante lors de notre étude du répertoire. Comme l'a indiqué Bustarret (2007) dans son ouvrage, il semble que la construction en phrases courtes suffise à rendre la comptine facilement et intégralement mémorisable. D'après la lecture de nos corpus de comptines, nous estimons à une moyenne de 10 syllabes la longueur des phrases/vers par comptine. Par ailleurs, les phrases/vers sont souvent mais pas toujours associés par paire, ce qui fait de ce paramètre une spécificité intéressante mais non indispensable.

Un lexique visant les jeux de sons

Il est bien établi par la littérature que la comptine privilégie la forme sonore au fond, d'où le caractère souvent absurde des paroles, voire l'absence de signification du texte (Dodane, 2006). Ainsi, les comptines font appel à un vocabulaire imaginaire et merveilleux tant apprécié des enfants, ou bien utilisent les non-mots à partir de chiffres et de sons de sorte à faire fuser les jeux sonores et phonologiques. Si le lexique appartient au monde quotidien, il est organisé de manière à obtenir un récit fantastique, ce qui rend l'accès au sens très difficile dans l'immédiat. La condition inévitable est que la construction phonotactique et syntaxique doit rester celle de la langue de référence.

Rappelons que selon certains chercheurs, la comptine vise à faire entendre, reconnaître, assimiler et articuler des phonèmes de la langue du petit chanteur (Despringre *et al.*, 1997). C'est aussi là l'intérêt des rimes. En plus d'être d'un excellent soutien mnémotechnique (Morris *et al.*, 1977), elles servent de repères sonores aux chanteurs (Bustarret, 2007). Elles favorisent la focalisation de l'attention sur les phonétiques suprasegmentale et segmentale, accroissent la compétence de reconnaissance des formes sonores identiques (Dodane, 2006), et développent la compétence de segmentation des phrases en mots et des mots en unités plus petites comme les syllabes, les morphèmes et, surtout, les phonèmes.

V.3.2.2 Les spécificités du support musical

Un découpage rythmique simple et régulier

La sélection du lexique est importante, bien sûr, mais il faut surtout que celui-ci soit agréable et aisé à réciter ou à chanter, de par des jeux de sons ou de double sens, ou encore par le fait qu'il soit animé, rythmé et

entraînant, puisque c'est là une des spécificités de la comptine. Généralement, on estime que le rythme est un retour périodique de temps forts et de temps faibles en musique, et d'accents toniques ou de segments non accentués en parole (Champagne-Muzar et Bourdages, 1999). Cependant, le concept de rythme recouvre un champ large en littérature. C'est en tout cas une notion indissociable d'intensité et de durée, et surtout de dynamique. Du fait de son origine liée au décompte et au départage (Bustarret, 2007), la comptine est fondée sur une structure syllabique, autrement dit sur un découpage identique aux niveaux syllabique et musical. Son exécution et sa mémorisation en sont évidemment d'autant plus facilitées. Pourtant, pour un même texte, la correspondance entre prosodie (fréquence fondamentale, durée et intensité en parole) et mélodie/rythme/accrénuation en musique ne se vérifie pas toujours dans l'ensemble du corpus des comptines françaises. Ainsi, le musicologue Constantin Brăiloiu⁹¹ (Despringre *et al.*, 1997) affirme que les rythmes musicaux ne respectent pas forcément la durée des syllabes parlées. Bien souvent en effet, dans les comptines, « le rythme est construit à partir d'une valeur brève, représentée par la croche, et d'une valeur longue, représentée par la noire. » (*ibid.* : 48), structure simple et répétitive visant à favoriser l'appropriation et la reproduction de l'entité textuo-musicale. Le rythme, tout comme la mélodie, a pour vocation de faire transparaître l'univers sentimental de la chanson, et donc la valeur émotionnelle du lexique (pour des lectures de travaux sur le lien entre vocabulaire et émotion, se reporter à Grossmann et Plane, 2008). Bader précise par exemple qu'« Il existe souvent, dans la chanson enfantine, un rapport étroit entre texte et musique : le rythme se fait traînant si le texte évoque un escargot, invite à se balancer si on se promène au fil de l'eau ou que la chanson incite à s'endormir. » (Bader, 2007 : 93).

Une mélodie basique et circulaire, renfort du discours

Comme pour le rythme, la mélodie doit rester simple afin, là encore, d'être mémorisée rapidement et d'être chantée dans le plaisir par tous. C'est pourquoi la mélodie est habituellement circulaire, que ce soit par une reprise systématique des accords ou des phrasés (*ibid.*). Ensuite, la tessiture des comptines est souvent restreinte, réduite à une octave. Il n'y a pas de note de départ imposée puisque le chanteur démarre sur une hauteur proche de sa fréquence fondamentale de parole naturelle. Enfin, au sein de cette tessiture, les intervalles sont également réduits. Bader, lorsqu'elle analyse *Promenons-nous dans les bois*, désigne déjà les intervalles de quintes justes comme étendus, parce qu'ils requièrent une certaine aisance en perception et en production chantées (*ibid.*). C'est peut-être, en dehors de l'aspect mnémotechnique, ce qui explique que les secondes et les tierces soient d'ordinaire utilisées dans les comptines. Pour plus de musicalité, sans complexifier pour autant la production vocale, une gamme plus ample peut néanmoins être obtenue sous forme de marche harmonique.

La mélodie doit par ailleurs tenir compte du schéma intonatif global du texte : la phrase musicale de fin de pièce se termine souvent par une note plus grave que celles jouées précédemment (Bustarret, 2007) (et souvent par la tonique ou la dominante). Quand il y a un accompagnement instrumental, les cadences permettent aussi de renseigner sur le discours. Dans la musique occidentale, les cadences parfaite et plagale sont la plupart du temps représentatives d'une conclusion d'énoncé ou de l'issue d'une action. Enfin, il est évident que la mélodie,

⁹¹ « Le rythme enfantin », in Les Colloques de Wégimont, Paris-Bruxelles, ed. Elsevier, 1956.

comme les rythmes, doit mettre en relief les rimes et les phonèmes afin de mêler au maximum parole et mélodie et afin de renforcer les jeux de sons, leur appropriation, leur perception et leur articulation.

V.3.3 Fusionner les contraintes propres à la vocalise et à la comptine avec les contraintes pédagogiques

Comme nous l'avons déjà évoqué, pour concevoir des comptines et des vocalises didactiques, le binôme ou trinôme didacticien-phonéticien (dans le cas où le didacticien n'est pas spécialisé en phonétique)-compositeur doit reprendre les contraintes intrinsèques aux genres observés. Il doit en outre compléter ces règles avec des contraintes propres à la situation didactique et aux besoins de correction phonétique.

Considérer les compétences des apprenants

La première, la plus élémentaire et la plus fondamentale des contraintes de création didactique est le niveau des apprenants en compétence parlée en langue étrangère, leurs aptitudes et attitudes face au chant (notamment en public) et éventuellement, au solfège. Au cas où ces observations ne pourraient pas être effectuées en amont de sa première intervention, l'enseignant doit être capable d'adapter rapidement le matériel didactique. Sans cette précaution, le dépassement des difficultés phonétiques et phonologiques supposées ou relevées par l'enseignant est compromis. C'est pourquoi nos expériences de terrain nous ont montré qu'il est prudent d'ouvrir chaque séquence didactique, et au-delà, chaque séance de correction phonétique, avec des vocalises voisines de l'acte de parole. Cela a l'avantage de rassurer les chanteurs novices et les étudiants craintifs des méthodes didactiques innovantes.

Les paramètres textuels

Il s'agit d'abord de reprendre la contrainte de brièveté du texte et des phrases. Dans un contexte didactique, offrir aux apprenants la possibilité de restituer une strophe entière à la fin d'une séance, voire un texte dans son intégralité à la fin d'une séquence phonétique est, non seulement propice à la mémoire, mais surtout un excellent outil de motivation. Pour ce faire, et dans le cadre d'une session phonétique de 4 heures comme celle dispensée dans le cadre de l'expérience en production décrite dans le chapitre IV, un texte de 3 à 5 phrases différentes, ou 10 phrases s'il y a reprise d'une majeure partie du vocabulaire, nous semble par expérience la limite maximale à enseigner. En effet, il est profitable de se suffire d'un texte court afin que les apprenants se l'approprient rapidement et convenablement pour ensuite se concentrer sur les éléments phonétiques. Il s'agit en outre de prévoir le temps de mener les autres activités de perception, production, et proprioception, faisant intervenir ou non la voix chantée (cf. notre proposition didactique Cornaz *et al.*, 2010 ou cf. section V.1.2). Dans le même ordre d'idée, 15 syllabes semblent être un maximum numérique à ne pas dépasser au sein de chaque phrase, sous peine de mettre en difficulté les apprenants.

Il s'agit ensuite d'exploiter les jeux sonores. L'enseignant doit préciser au compositeur ses objectifs phonologiques, afin que le vocabulaire soit méticuleusement sélectionné. Pour mettre en relief les phonèmes cibles, le compositeur a la possibilité de les insérer dans des rimes, des non-mots, des mots peu connus des apprenants, ou d'exploiter une syntaxe complexifiant l'accès au sens obligeant par là les apprenants à écouter les

« qualités et couleurs sonores ». Cette technique empêche les apprenants de se référer immédiatement au sens global et de tenter d'en déduire le lexique pour enfin reprendre automatiquement une prononciation erronée de syllabe(s) qu'ils supposeraient correcte. De la sorte, l'unique support d'apprentissage est ce que Dodane définit comme la « *charpente musicale* » (Dodane, 2006 : 44). Les apprenants sont obligés de porter leur attention sur la phonétique segmentale pour reproduire le modèle et reconstruire petit à petit les traits syllabiques, puis le lexique, ensuite le discours et enfin le sens, s'il y en a un (Bader, 2007). De nombreux didacticiens enseignants de français langue étrangère et spécialisés en phonétique (par exemple D. Abry, C. Pillot-Loiseau, A. Zaepffel, nous-même) défendent cette idée d'une phonologie acquise plus précisément quand il n'y a pas d'accès immédiat au sens, même si d'autres spécialistes du domaine réfutent ce point de vue. À notre connaissance, aucun laboratoire scientifique n'a mené de recherche sur la question, ce qui défend d'avancer des arguments ou de donner des éléments de réponse définitifs. Pour le moment, les résultats proviennent d'expérimentations empiriques et de terrain. De toutes les façons, ce qui est particulièrement attrayant dans notre contexte d'enseignement et d'apprentissage de la phonétique est la prévalence que la comptine donne aux sons plutôt qu'au sens.

Les paramètres musicaux

Dans un premier temps, il importe d'adapter davantage les rythmes à la prosodie et aux objectifs phonologiques. Notre analyse de corpus de comptines et de la littérature (voir notamment Despringre *et al.*, 1997 qui ont étudié de manière approfondie la structure textuelle, rythmique et mélodique de nombreuses comptines du monde) nous a montré que l'écriture des comptines est soit de type isorythmique (Angoujard, 1977), soit construite sur une succession de valeurs brèves et de valeurs courtes (Despringre *et al.*, 1997). C'est pourquoi l'auditeur a une impression de simplicité et de périodicité (Bader, 2007). Etant donné que le français est une langue à tendance isochronique (à propos des accents cf. Callamand, 1981 et Cabris, 1975), les intervalles de temps sont sensiblement égaux en parole (quoique dépendants de la longueur des mots accentogènes, excepté dans le cas de syllabes finales de groupes de mots ou de syllabes porteuses d'un accent d'insistance), et ce, quel que soit le type de discours parlé : lecture à voix haute, narration ou récitation. De fait, l'isorythmie devrait logiquement aider les apprenants non-francophones à intégrer, puis reproduire, les structures rythmiques de la langue cible (Angoujard, 1977 ; se référer également à Patel (2008) pour de plus amples informations), voire les paroles (Lenneberg, 1967), les syllabes et même les phonèmes (Poliquin et Zolondek, 1988). Néanmoins, nombreuses sont les compositions inversant les temps forts et les temps faibles et ne faisant pas correspondre la durée de la valeur musicale à celle accentuée en parole, ou encore ne tenant pas compte de l'égalité des durées. À titre d'exemple, citons *À la Claire Fontaine*, *Au clair de la lune*, *Petit Escargot*, *Un escargot qui allait à la foire*, *Une puce un poux* (Figure V.5), *Une souris verte* (Figure V.6).

Or il existe un intérêt pédagogique à composer un rythme accordant une durée un peu plus longue aux syllabes accentuées en fin de mots ou de groupes de mots. Cette règle pourrait également être retenue pour les syllabes subissant une marque d'insistance (focalisation) lors de la restitution orale du rythme. D'autre part, puisque l'objectif est aussi l'enseignement segmental, nous avons souhaité que les phonèmes cibles soient exceptionnellement allongés.



Figure V.5 Partition de la chansonnette *Une puce, Un pou* (publiée par www.ribambelle.asso.fr/).



Figure V.6 Partition de la comptine *Une souris verte* (Stéphyprod, 2012).

Par conséquent, pour appuyer les éléments suprasegmentaux et/ou segmentaux à acquérir, tout en restant à la portée des apprenants, le plus simple est d'attribuer (1) comme il est de coutume dans la composition des comptines, une syllabe à une note ou à une même valeur rythmique, (2) au sein des mesures, une position sur les temps forts et des valeurs musicales longues aux syllabes de mots ou de groupes de mots accentués, concordance assez évidente pour le français (Despringre et al., 1997) et aux phonèmes cibles et inversement avec les accents et les temps faibles. En sus, il faut tenter de maintenir le caractère isorythmique de la comptine afin de mettre en exergue l'isochronie typique du français. Dans les comptines présentées ci-dessus *Une puce, un pou* et *La souris verte*, la reprise de structures rythmiques est par exemple bien visible.

Dans un deuxième temps, il est nécessaire de conserver une mélodie simple accessible à tous permettant de conserver l'enveloppe spectrale des formants. Pour maintenir une bonne ambiance de travail, la cohésion de groupe et la motivation des apprenants dont parle le BO, les apprenants doivent être à l'aise avec la mélodie (MENESR, 1999, 2008). À cet effet, nous conseillons de préserver au maximum les habitudes caractéristiques musicales des comptines. Nous recommandons que la mélodie soit circulaire, de sorte qu'elle puisse être

mémorisée rapidement, et résistante à l'usure du temps (Baucomont *et al.*, 1979). Cela est une fois de plus tout à fait observable dans les comptines *Une puce, un pou* et *La souris verte*. Son rôle étant moins d'enjoliver le texte ou de renforcer l'émotion que de développer l'apprentissage phonétique, elle ne doit demander aucune technique vocale. Ainsi, pour éviter d'inhiber la concentration des chanteurs novices sur le texte, les hommes autant que les femmes doivent trouver sans hésitation le registre et le mécanisme adéquats à leur efficience vocale (« registre » et « mécanisme » entendus selon les définitions des chercheurs en sciences de la voix chantée, cf. par exemple Henrich, 2006 ; 2012). De fait, la tonique de la comptine écrite à visée didactique doit être légèrement plus basse, d'une tierce en moyenne. Concernant la question des intervalles, nos tests et questionnaires préliminaires ont permis de situer à la quinte l'intervalle le plus large à utiliser, exactement comme l'avait relevé Dodane (2003). Sans oublier que les zones de renforcement énergétique des spectres vocaliques (les formants, cf. Section I.2.1 : 50) chantés ne correspondraient plus à celles des voyelles réalisées en parole si les fréquences venaient à être trop élevées dans la mélodie (Scotto di Carlo et Germain, 1985 ; Scotto di Carlo, 2005 ; Joliveau *et al.*, 2004 ; cf. Section I.2.3.4), élément qui irait à l'encontre de notre objectif de travail. De fait, comptines et vocalises doivent être conçues pour être chantées sur des hauteurs proches de la fréquence de parole naturelle (cf. Section V.1).

Enfin, comme précisé ci-avant, une note grave (sur une cadence parfaite s'il y a un accompagnement instrumental) est de rigueur pour terminer le discours ou généralement les fins d'énoncés déclaratifs, d'où une demande explicite auprès du compositeur de retenir ce facteur dans la composition des comptines pédagogiques. Dans le cas où le morceau chanté ne se termine pas sur une cadence parfaite ou sur une note plus grave que les précédentes, nous conseillons que ce soit dans un objectif précis. Par exemple, la mélodie d'*Une puce, un pou* est ascendante lorsque la phrase est exclamative ou interrogative (« ...la puce perdait ! » « ...qu'avez-vous fait là ? »).

D'autre part, la mélodie peut être conçue de sorte de permettre un canon qui aurait l'avantage d'écarter la nécessité d'instrument autre que la voix. Les chanteurs peuvent ainsi être leurs propres accompagnants à travers les accords résultant des phrases chantées en parallèle. Une telle réalisation sert en outre la phonétique puisque les chanteurs développent la capacité dans un premier temps, de se concentrer sur leur texte et l'articulation des phonèmes cibles tandis que leurs camarades en chantent d'autres et dans un deuxième temps, d'écouter les harmonies et les différences perceptives d'acuité entre différents phonèmes vocaliques chantés simultanément par eux et leurs collègues.

V.3.4 Ajouter des contraintes didactiques et phonétiques pertinentes

Choisir un contexte consonantique facilitant

Nous avons vu qu'en correction phonétique, les phonèmes doivent être sélectionnés selon les objectifs de l'enseignant et que, dans ce même dessein d'appropriation phonologique, les jeux de sons sont habituels dans les comptines. Nonobstant cet avantage offert par la comptine, il est désormais reconnu que certains traits acoustiques sont ignorés par l'apprenant du fait qu'ils n'ont pas de valeur distinctive dans sa langue maternelle (cf. Section I.2.1), mais que ceux-ci peuvent être mieux récupérés s'ils sont coarticulés dans des combinaisons

répartissant ou renforçant l'information acoustique. C'est pourquoi la méthode verbo-tonale recommande de modifier le contexte sonore d'un phonème non discriminé (Renard, 1971 ; 2002 ; cf. Section I.2.1). Ainsi, l'entourage consonantique doit être défini en amont du lexique puisqu'il conditionnera le choix de ce dernier. Pour ce faire, l'origine linguistique des apprenants et leurs niveaux en perception et en production doivent être connus avant la création. Enfin, selon que l'enseignant favorise la perception ou l'articulation, les préférences pour tel ou tel contexte consonantique changeront.

Exploiter le concept du triangle vocalique

Le concept de triangle vocalique (cf. les travaux de Joos, 1948 ; Figure V.7), tel qu'exploité par les enseignants de chant et de théâtre, mais aussi par certains enseignants en correction phonétique de langue étrangère, nous semble intéressant à adapter à un travail proprioceptif.

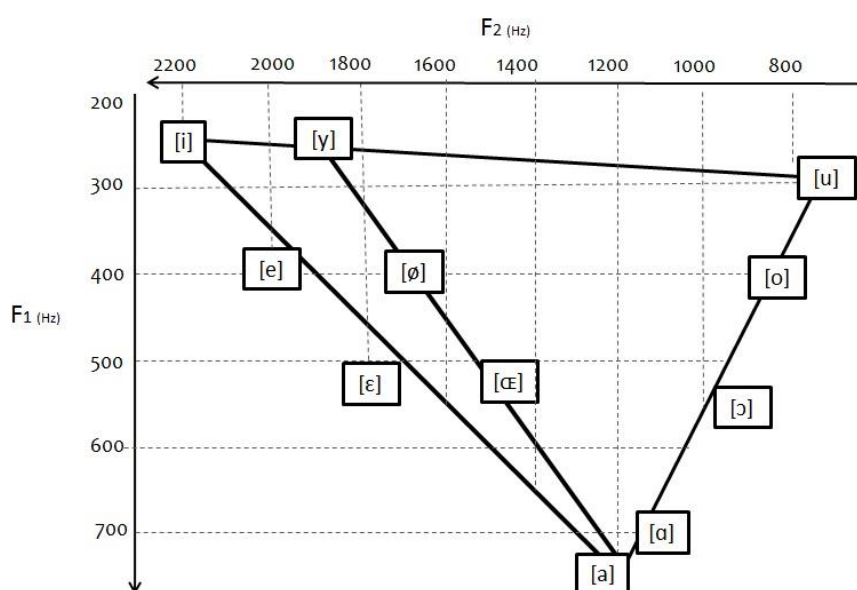


Figure V.7 Le triangle acoustique des voyelles orales du français (valeurs recueillies par nos soins⁹² à partir d'enregistrements de trois locutrices natives du français). [a] pourrait éventuellement être supprimé étant donné qu'il est en voie de disparition en France métropolitaine (cf. le projet Phonologie du Français Contemporain, Durand et al., 2002a ; 2002b).

Par souci de mnémotechnie, plusieurs contraintes ont été retenues par le didacticien phonéticien investi dans notre expérimentation. Il s'agissait de faire coïncider autant que faire se peut la hauteur des notes, d'une part avec la hauteur perceptive des voyelles, et d'autre part avec la représentation schématique et donc visuelle en deux axes des voyelles (cf. Section II.1.2), sans que cela ne porte atteinte à l'acoustique de ces voyelles (cf. par exemple les travaux de Sundberg, 1987 ; Joliveau et al., 2006), ni n'affaiblisse la compétence vocale des apprenants novices en chant.

⁹² Les enregistrements ont eu lieu dans la chambre anéchoïde de GIPSA-Lab à l'aide d'un microphone AKG C1000S à directivité cardioïde et d'un enregistreur numérique Marantz PMD 670. Des fichiers audio au format WAV échantillonnés à 44.1 kHz sur 16 bits ont été obtenus. Les stimuli correspondaient aux voyelles orales du français /i e ε a y ø œ u o ɔ/.

Associer des couleurs aux voyelles

Dans l'élaboration de cet outil pédagogique transdisciplinaire, nous avons envisagé l'association de couleurs (cf. Section V.4.2), toujours dans le souci de favoriser la mnémotechnie, notamment pour les apprenants à mémoire visuelle. Cette volonté n'est pas originale. La méthode silencieuse de Gattegno (1966, 1968), la méthode de la Charte des Couleurs de Finger (1985) (cf. aussi Cherry, 2002), et plus récemment la Méthode Distinctive (Roy et Roy, 2007), en font usage et de façon bien plus élaborée. Avant ces propositions, des artistes, dont certains reconnus synesthètes graphèmes-couleurs, avaient déjà imaginé de telles correspondances. Rimbaud dans son poème *Voyelles* (Rimbaud et Brunel, 1998) (repris ou coécrit par Verlaine – la littérature se dispute la question –) voyait un lien indissociable entre voyelles et couleurs. Guido d'Arezzo, Ernest Cabaner avec sa méthode de l'Audition Colorée, Castel ou Kandinsky (Kandinsky, 1911) unissaient quant à eux notes et couleurs. Pourtant et quoique la perception soit catégorielle (notion de focalisation), à notre connaissance, aucune étude scientifique n'a démontré l'intérêt d'un rapprochement entre couleur et son pour l'apprentissage (pas même pour satisfaire les différents types de profils d'apprentissage)⁹³.

V.3.5 Conclusion

En somme, le binôme créateur enseignant-compositeur doit suivre une organisation spécifique pour l'écriture musicale. Il a intérêt à partir de la situation et des objectifs didactiques pour choisir un vocabulaire adapté aux phonèmes cibles et aux types d'assimilation perceptive des apprenants (cf. Chapitre II et Chapitre III). Au mieux, il doit le mettre en forme de sorte que le sens des phrases, et globalement du discours, ne soit pas accessible immédiatement. Ensuite, il lui faut répéter maintes fois et oralement le texte pour annoter les caractéristiques intonatives et rythmiques. En outre, il doit essayer d'attribuer pour les besoins pédagogiques des valeurs longues et/ou accentuelles aux syllabes contenant des phonèmes cibles dans les énoncés. Enfin, il finit par transcrire l'ensemble en notation musicale en gardant à l'esprit que la mélodie doit malgré tout être simple à chanter et que le rythme doit être entraînant. Enfin, pour parfaire la méthode, il est envisageable de réfléchir à une manière d'ajouter une correspondance entre sons et couleurs : à chaque phonème serait attribuée une note donnée, et celle-ci dépendrait de sa place dans l'espace acoustique ou encore perceptif. Ainsi, un phonème perceptivement clair serait chanté sur une note plus élevée qu'un phonème perceptivement sombre...

V.4 Discussion

Nous avons souhaité mettre en lumière l'avantage du support chanté dans l'apprentissage phonétique et notamment dans le cadre de l'apprentissage du français langue étrangère auprès d'un public adulte. Parmi la multitude d'outils associant texte et musique, nous avons sélectionné la vocalise et la comptine pour leurs caractéristiques intrinsèques très attrayantes dans un contexte de correction phonétique segmentale et suprasegmentale. Si la vocalise ne demande pas d'importantes modifications pour être exploitée, il en va

⁹³ Peut-être parce que, même chez les synesthètes (graphèmes-couleurs et musique-couleurs), les associations ne correspondent pas complètement.

autrement pour la comptine qui est un genre souvent considéré comme réservé à l'univers enfantin et émergent du jeu. C'est ainsi que nous avons fait le pari d'une recherche dans laquelle serait effectuée une composition *ad hoc* d'un morceau en langue chantée, mais dont l'ensemble des caractéristiques s'inspirerait de celles de la comptine. Pour cela, il nous a fallu observer avec attention les qualités de ce genre musical, car écrire une comptine pédagogique impose une démarche particulière. L'ordre de la composition est important et chaque ajout doit se faire dans le respect de ce qui a été réalisé précédemment. Ainsi, le texte vient en premier lieu afin de calquer aux besoins de la situation didactique, tout en s'assurant que les contraintes de la comptine apparaissent. Suit une analyse prosodique et stylistique approfondie du texte de façon à annoter les accents forts ou les allongements de syllabes. Il s'agit alors de transcrire ces marques suprasegmentales en notation musicale rythmique. Enfin s'ajoute la mélodie, qui prend pour supports l'intonation du texte mais aussi l'esthétique musicale. Le respect de l'ensemble de ces paramètres contraignants impose une grande simplicité d'écriture musicale. Pour le compositeur, la difficulté majeure a finalement été de faire passer la musique au second plan, et non celle attendue de respect des contraintes.

V.4.1 Une utilisation complexe des axes du triangle vocalique

L'utilisation du triangle vocalique pour l'enseignement-apprentissage des langues est rare sur le terrain mais elle est suggérée dans certaines méthodes. En revanche, son utilisation est fréquente chez les enseignants de chant et elle est d'ailleurs recommandée dans des ouvrages à visée pédagogique (entre autres Grubb, 1979 ; Dupessey et Fournier, 1997). C'est pourquoi, dans le cadre de l'étude de production (cf. Chapitre IV), les axes d'antériorité et d'aperture du triangle vocalique ont été considérés pour la composition de la mélodie des vocalises. L'objectif était de créer un renforcement mnémotechnique des traits articulatoires des voyelles en associant la perception auditive et la production orale de la vocalise à la perception visuelle du triangle vocalique. Notre expérience d'enseignante de français langue étrangère nous a montré que la mémorisation de la place des voyelles dans l'espace acoustique et des mouvements articulatoires qui y sont liés est rendue plus aisée avec des informations transmises aux apprenants sous forme de schéma. D'une forme de trapézoïde ou de triangle quelconque, le triangle a finalement été représenté sous une forme isocèle (voire équilatérale), à l'intérieur duquel les voyelles antérieures arrondies sont indiquées sur une ligne que nous pourrions presque qualifier de médiane (Figure V.8).

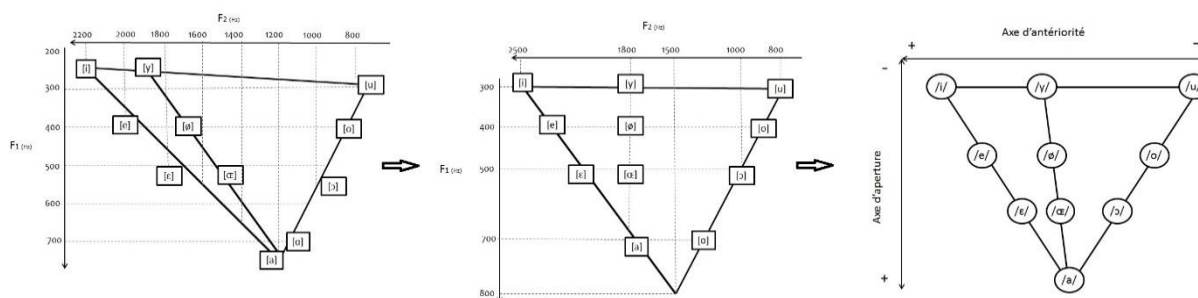


Figure V.8 Exemple d'adaptation didactique du triangle vocalique (pour les voyelles orales du français).

Pour rappel, nous espérons concevoir des comptines en tenant compte de la place verticale et/ou horizontale de chaque voyelle dans cette représentation à deux dimensions de l'espace vocalique. L'intérêt était

que les apprenants associent par exemple la hauteur de la note à l'aperture de la voyelle, action rendue visible par l'axe vertical du triangle vocalique. Ainsi, nous aurions voulu que les voyelles fermées soient chantées sur des hauteurs plus aiguës que les voyelles ouvertes, bien que toujours dans des hauteurs de parole spontanée afin d'éviter des difficultés d'ordre vocal et des modifications formantiques qui auraient eu un impact sur la perception des sons et sans doute la proprioception des gestes. Ces tentatives ont été possibles seulement en partie pour les vocalises, mais vaines pour les comptines. La structure textuo-musicale plus simple des premières est une raison. Faire correspondre des syllabes contenant une voyelle cible avec une hauteur donnée est une autre explication. La dernière cause majeure a été l'impossibilité de rendre pour chacune des voyelles de même aperture une représentation sonore spécifique.

Concernant les essais avec les vocalises, soulignons que la première d'entre toutes a été conçue pour familiariser les apprenants italophones avec l'acte de vocaliser, mais encore pour les renseigner sur le bénéfice apporté par cet outil dans l'apprentissage segmental. A cet effet ont été retenus les phonèmes antérieurs non arrondis /i e ε a/ communs aux systèmes vocaliques du français et de l'italien. La vocalise est conçue pour être chantée d'abord sur une fréquence jugée confortable par l'apprenant, puis à un demi-ton supérieur ou inférieur à chaque répétition (Figure V.9). Le chanteur, qui n'est pas confronté à des obstacles vocaux, peut se concentrer sur les gestes articulatoires et développer sa proprioception à travers les commentaires de l'enseignant et sa propre perception (Scotto di Carlo, 2005). Les modèles de vocalises (et de comptines) proposés dans notre méthode visent en outre à servir la mémoire à long terme, afin que l'apprenant réactive facilement le souvenir.



Figure V.9 Vocalise initiale consistant à travailler la perception, la proprioception et l'articulation des voyelles antérieures orales non arrondies.

La vocalise est construite sur une succession d'intervalles musicaux de plus en plus larges au fur et à mesure que les voyelles composant le contraste à chanter sont acoustiquement éloignées. L'intervalle séparant les phonèmes /i/ et /e/ est d'une seconde. Il est moins ample que la tierce majeure séparant /i/ de /ε/, lui-même plus petit que l'écart entre les notes respectives pour /i/ et /a/ correspondant à une quarte. Par ce biais, l'apprenant doit saisir aussi l'utilité de l'abaissement progressif de la mandibule pour la réalisation de la série de voyelles antérieures non arrondies /i e ε a/.

La deuxième vocalise a été créée spécifiquement pour un public ne possédant pas les voyelles antérieures arrondies dans son système phonologique, et confondant la voyelle antérieure arrondie /y/ avec la voyelle postérieure arrondie /u/. Comme le recommande la méthode verbo-tonale, lorsqu'un phonème est perçu plus grave que ce qu'il n'est réellement – autrement dit, si les traits aigus composant le signal ne sont pas récupérés par l'auditeur – il est utile de le faire percevoir en contraste diffus, donc « tendu » et antérieur (Renard, 1971 ; 2002). Le but est de renforcer les fréquences aiguës contenues dans le son. Pour cette raison, mais aussi pour favoriser la prise de conscience des mouvements articulatoires utiles à la réalisation de /y/ et communs à /i/, la vocalise peut débuter avec la voyelle [+orale] antérieure [-arrondie] (Figure V.10).

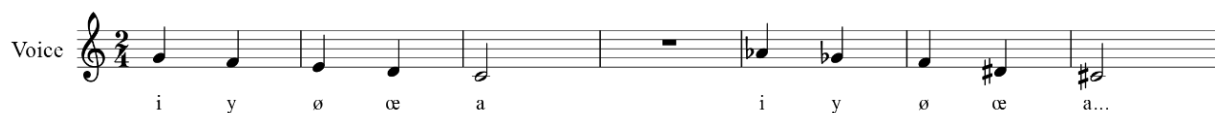


Figure V.10 Vocalise consistant à travailler la perception, la proprioception et l'articulation des voyelles antérieures orales arrondies.

Suivant l'ordre des vocalises, on attend de l'apprenant la compréhension du rôle de l'abaissement de la mandibule via la première composition, la capacité à réactiver ce savoir pour l'émission de cette deuxième vocalise, et l'intégration progressive de chaque consigne supplémentaire, comme ici celle de l'arrondissement des lèvres nécessaire à l'articulation de la série antérieure arrondie /y ø œ a/.

Pour terminer, signalons que les vocalises peuvent être complexifiées au fur et à mesure de l'acquisition des phonèmes cibles et de l'apprentissage inductif en solfège et en technique vocale. Ces modifications peuvent porter sur le texte, le rythme et la mélodie. Tout dépend des progrès du groupe d'apprenants et des aptitudes individuelles, il s'agit plutôt de ne jamais risquer d'accroître les écarts de compétences inter-sujets. Pour favoriser les voyelles cibles des deux dernières vocalises, on peut ainsi partir en levée et/ou attribuer une demi-croche à /i/ de sorte d'allonger les valeurs rythmiques de /e ε a/ et /y ø œ a/. Si l'on veut en revanche complexifier au contraire l'articulation, on peut suivre le modèle suivant (Figure V.11).



Figure V.11 Vocalise complémentaire légèrement complexifiée au niveau articulatoire et rythmique consistant à travailler la perception, la proprioception et l'articulation des voyelles antérieures orales arrondies.

Dans cette proposition, l'apprenant ne peut pas s'appuyer sur la voyelle connue /i/ pour garder la langue avancée et se concentrer sur l'arrondissement des lèvres. Il doit immédiatement maîtriser la coordination gestuelle nécessaire à la réalisation des phonèmes antérieurs arrondis qui n'existent pas dans sa langue maternelle. Le rythme est légèrement complexifié pour amener l'apprenant à être capable de reproduire rapidement une même voyelle. Néanmoins, nous conseillons que l'intervalle séparant /y/ de /a/ reste identique à celui de la vocalise Figure V.10 afin que la représentation mentale sonore attribuée à chaque cible vocalique soit facilitée. C'est pourquoi cette vocalise Figure V.11 qui écarte /i/ n'exploite que quatre des cinq notes utilisées dans la seconde proposition.

Enfin, /y/ étant différencié de /i/ mais assimilé à /u/ par notre public italoophone, il a semblé judicieux de confronter l'apprenant à ces deux contrastes au sein d'une même vocalise (Figure V.12). Pour faciliter l'articulation, la vocalise créée débute sur /i/ et termine sur /u/. Sa structure est là-encore censée faciliter la conscience proprioceptive des apprenants, étant donné que toutes les mesures (c'est-à-dire toutes les trois notes), l'apprenant doit modifier la position d'un seul articulateur. Afin de tenter une représentation mentale de l'axe horizontal du triangle vocalique commun pour /i y u/, nous avons envisagé que pour l'ensemble de ces phonèmes corresponde une seule et même note.



Figure V.12 Vocalise consistant à travailler la perception, la proprioception et l'articulation des voyelles orales fermées.

Ainsi, plusieurs types de vocalises sont envisageables, selon le contexte d'enseignement-apprentissage de la classe de français langue étrangère et suivant les objectifs. Dans un objectif de mise en condition, de révision, de mémorisation et d'intégration des cibles phonétiques, nous encourageons surtout à ce que les vocalises soient abordées progressivement par ordre de difficulté et que celles vues dans les séances précédentes soient systématiquement reprises en début de nouvelle séance.

V.4.2 Une correspondance commune inexistante entre phonème et couleur

Nous avons soumis un questionnaire à une cinquantaine de personnes adultes naïves en sciences phonétique et linguistique, soit apprenantes de français au Botswana, en France et en Italie, soit natives de la langue-cible, soit étudiantes en classe de chant au Conservatoire à Rayonnement Régional de Grenoble en nous assurant qu'aucune d'entre elles n'était synesthète. Une couleur de leur choix (sans aucune condition) devait être associée à une partie ou à l'intégralité des phonèmes vocaliques du français. De ce sondage sur les correspondances privilégiées des phonèmes et des couleurs, aucun résultat significatif n'est ressorti et ce, quel que soit le niveau de français des participants ou quelle(s) que soi(en)t leur(s) langue(s) maternelle(s). Nonobstant cela, signalons que deux grandes tendances sont apparues dans les attributions de couleur par nos enquêtés :

- comme sur l'illustration présentée ci-après (page suivante), un modèle de dégradés de couleurs plus ou moins insistants, selon l'aperture de la mandibule et l'antériorité de la langue (Figure V.13) ;

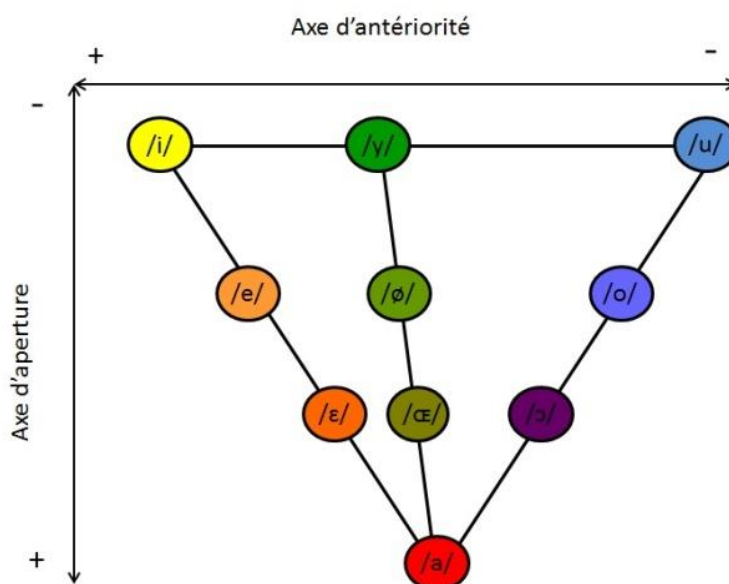


Figure V.13 Correspondances entre couleurs et phonèmes oraux du français proposées par un chanteur amateur natif. Sur l'axe du trait d'antériorité peut être ajouté la notion d'arrondissement.

- un modèle à 3 couleurs primaires dans les extrémités cardinales du triangle, emplacements analogues à ceux des voyelles les plus fréquemment utilisées dans les langues du monde /a i u/ (cf. à ce sujet la *UCLA Phonological Segment Inventory Database* - UPSID : Maddieson, 1984 ; Maddieson et Precoda, 1989 ; Vallée, 1994). Le dessin ci-dessous en est un exemple frappant, puisqu'il n'y a pas de logique apparente pour les autres associations couleurs/phonèmes ; mais les trois phonèmes vocaliques les plus dissemblables en termes d'acoustique, de perception et d'articulation sont systématiquement associés à des couleurs primaires (Figure V.14).

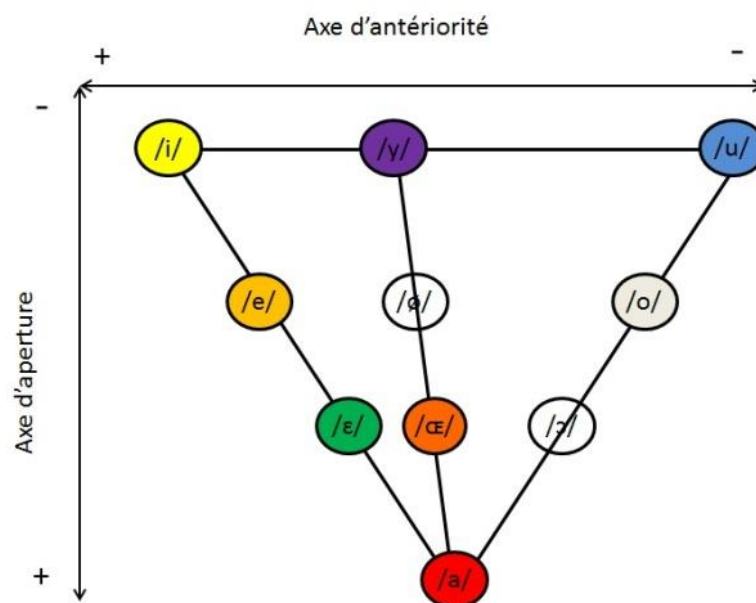


Figure V.14 Correspondances entre couleurs et phonèmes oraux du français proposées par une apprenante native de l'italien. Notons qu'aucune suggestion de couleur n'a été apportée pour deux phonèmes.

Cela reste néanmoins un résultat utile, mais encore insuffisant pour travailler avec des couleurs sur des phonèmes non cardinaux extrêmes et absents de la langue maternelle des apprenants. En conséquence, nous avons opté pour une solution de terrain. La méthode d'association phonème/couleur n'est pas utilisée dans la création des comptines et des vocalises, mais chaque apprenant reçoit un triangle vocalique vierge. Il le colore comme il le souhaite au fur et à mesure des séances de correction phonétique pour ensuite l'utiliser à son escent dans un but mnémotechnique.

V.4.3 Une vocalise pour parler

Comme le niveau des apprenants n'est pas toujours connu à l'avance, nous conseillons de prévoir un support musical élémentaire, autrement dit construit sur un modèle mélodique et rythmique simple. La fréquence fondamentale (F_0) des apprenants peut rester inconnue de l'enseignant tant que la phrase mélodique suit globalement la hauteur, les intervalles et les variations propres au schéma intonatif du français parlé. Notons que, pour les raisons évoquées plus haut, cela n'induit pas qu'il faut une parfaite correspondance entre phrase chantée et phrase parlée au niveau des durées segmentales. La vocalise présentée maintenant peut ouvrir l'activité chantée du fait de la proximité entre l'acte chanté et l'acte parlé. L'objectif est que l'attention et l'effort de l'apprenant

se portent sur la mémorisation et l'articulation du texte. En effet, du fait de l'objectif phonologique, ce dernier contient nécessairement une répétition de phonèmes isolés puis insérés dans une phrase verbale ou nominale porteuse. Cette structure séduisante nous a été suggérée par Zedda (communication personnelle, 12 juin 2008). En voici un exemple (Figure V.15).



Figure V.15 Vocalise voisine de l'acte de parole.

Nous précisons que la vocalise est chantée sur une gamme descendante afin de finir sur une note grave, l'idée étant d'imiter une intonation affirmative, que le découpage rythmique et syllabique est en correspondance, que la structure est ainsi isochronique et isorythmique, sauf pour la dernière syllabe qui est accentuée car en fin de phrase (la seule dans notre cas). Malgré tout, cette vocalise pose une légère difficulté chez un chanteur novice. L'énoncé débute par une voyelle, ce qui risque d'occasionner un coup de glotte répété. Malheureusement, ajouter un contexte consonantique comme /l/ ou /m/ pour contourner ce problème et assurer une bonne diction chantée irait en même temps à l'encontre de notre objectif de correction phonétique segmentale. La coarticulation peut impacter la perception et pourrait limiter le développement de la conscience proprioceptive des gestes articulatoires nécessaires à la réalisation des voyelles n'appartenant pas à la langue maternelle de l'apprenant.

V.4.4 À propos du texte

Le choix du lexique

Nous en venons à la nécessité de choisir un contexte consonantique de moins en moins facilitant au fur et à mesure de l'apprentissage et des progrès effectués en perception et en production. Les premiers mots d'une comptine devraient être composés de syllabes de structure CV, mais avec une consonne qui favorise la discrimination, l'identification ou l'émission de la voyelle. Dans nos études de perception (Chapitre III) et de production (Chapitre IV), les phonèmes cibles étaient antérieurs arrondis fermé et mi-fermé. Or les caractéristiques acoustiques aiguës de /y/ et /ø/ ne sont pas traitées par les italophones, qui les assimilent de fait à /u/ et /o/ (cf. Section III.4). Selon la méthode verbo-tonale (Renard, 1972 ; cf. Section I.2.1), leur perception peut être facilitée avec les constrictives alvéolaires /s/ et /z/, et l'occlusive alvéo-dentale /t/ qui sont de type clair. Pour l'écriture du texte de la comptine, il nous a semblé intéressant de choisir un contexte consonantique partageant des lieux articulatoires et des fréquences communes, en vue de tenter de diminuer les transitions formantiques brutales. De la sorte, [ʃ ʒ p f] nous ont semblé des consonnes favorisant la production des voyelles antérieures arrondies absentes du système phonologique de l'italien, et [k g ɣ] des consonnes la complexifiant. Par ailleurs, le compositeur peut ajouter comme contrainte d'écriture des syllabes finales de même sonorité, afin d'imiter l'usage poétique des rimes riches ou suffisantes.

La mise en texte

Notre public étant adulte, la possibilité d'écriture insignifiante n'a pas été retenue, par crainte d'être peu appréciée de ce dernier. Les adultes éprouvent souvent le besoin de comprendre le sens (Arleo, 2010), même si

pour cela, il est nécessaire d'atteindre la fin d'une formation phonétique de 4 heures. En sus, nous souhaitons faire découvrir le sens aux apprenants par des exercices de recherche de champs lexical, afin de les rendre *a posteriori* aptes à produire les syllabes orales d'un mot inconnu : en recherchant des origines étymologiques, en s'essayant à une analyse morphologique ou encore en utilisant le souvenir de la prononciation correctement appropriée par le biais de la comptine ou de la vocalise. C'est pourquoi, en vue de réaliser une comptine pédagogique utilisée lors d'une expérimentation longitudinale de terrain en Italie en 2010, nous avons écrit un texte incompréhensible au premier abord. Nous avons donc fait le choix de constituer quatre comptines tests de trois ou quatre phrases. Après avoir listé des mots peu connus des étudiants et contenant des contextes articulatoires facilitant la production de la voyelle cible, le compositeur les a agencés de sorte d'obtenir un discours fantasque.

Le décompte des syllabes

Cependant, il y a difficulté à définir la manière de compter les unités syllabiques. Métrique mise à part puisque nous nous voulons proches de la langue parlée (pour plus d'information sur ce sujet, se référer à Angoujard, 1977), le comptage des syllabes peut être différent en fonction de l'accent régional, du registre de langue, de considérations acoustiques... retenus par le couple créateur enseignant-compositeur, ou de volontés stylistiques associées au texte même. Dans la comptine créée *ad hoc* pour l'enseignement du phonème antérieur arrondi mi-fermé /ø/, la phrase « *Je veux retrouver le cœur de ma mie* » illustre notre propos. Elle peut être considérée comme une suite de 6 à 15 syllabes en français. La phrase « *Du haut du mur, elle débute la flûte.* » peut compter de 9 à 11 syllabes, preuve de la variabilité dans les phénomènes de syllabation à l'oral. Par conséquent, en amont de la création rythmique et musicale, le didacticien doit avertir le compositeur du nombre, de la place et de la fonction des syllabes qu'il souhaite faire apparaître dans la comptine didactique. C'est une condition préliminaire à l'écriture du rythme et de la mélodie.

V.4.5 Un rythme et une mélodie simplistes selon le compositeur

Les choix des mesures et du rythme global de chaque comptine ont été faciles à définir. Le compositeur a décidé d'une mesure binaire à quatre temps pour la comptine de *La Puce*. Cela souligne la caractéristique de cet insecte à sauter et insiste sur le caractère jovial et abscons des paroles. Au contraire, les mesures du *Preux Chevalier* et de *La Lune* sont ternaires et à deux temps, afin de marquer leur caractère langoureux.

Nos essais pilotes nous ont portée à simplifier le rythme initialement présenté par le compositeur. Notre objectif didactique était de représenter la prosodie, même si cela devait être au détriment de l'esthétique musicale. Ainsi, *La Puce*, a subi de nombreuses variations (Figure V.16 à Figure V.19).

Figure V.16 shows the first version of the song 'La Puce'. It consists of three staves of music in G major (one sharp) and 4/4 time. The first staff is labeled 'Voice' and contains the lyrics: 'Une puce sur un mur fume la pipe et s'a- muse,'. The second staff continues with: 'elle jure de dé- bu- ter la flute! Au fur et à me - sure'. The third staff ends with: 'la stu - pide cré - a - ture tré - buche et là, perd son ar-mure!' and is marked 'D.C.' (Da Capo).

Figure V.16 Première version de La Puce.

Figure V.17 shows the second version of the song 'La Puce'. It consists of three staves of music in B-flat major (two flats) and 2/4 time. The first staff is labeled 'Voice' and contains the lyrics: 'Une puce fume la pipe sur un mur elle s'a - muse, du haut du'. The second staff is labeled 'Vo.' and contains: 'mur elle dé - bute la flûte. fu - mer - n'est pas fa - cile a -'. The third staff is labeled 'Vo.' and contains: 'vec une em-bou - chure, sur - prise - elle chute et perd son ar - mure.' and ends with a double bar line and repeat dots.

Figure V.17 Deuxième version de La Puce.

Figure V.18 shows the third version of the song 'La Puce'. It consists of three staves of music in B-flat major (two flats) and 2/4 time. The first staff is labeled 'Voice' and contains the lyrics: 'Une puce sur un mur fume la pipe et s'a - muse, du haut du'. The second staff is labeled 'Vo.' and contains: 'mur elle dé - bute la flûte. fu - mer est ar - du a - vec une em-bou -'. The third staff is labeled 'Vo.' and contains: 'chure, sur - prise elle chute et perd son ar - mure.' and is marked 'D.C.' (Da Capo).

Figure V.18 Troisième version de La Puce.



Figure V.19 Quatrième version de *La Puce*.

Des inversions temps forts/temps faibles ont aussi dû être opérées pour respecter au maximum la prosodie. C'est ce qui explique le départ en anacrouse dès la deuxième version de la puce. On voit également qu'au fil des essais ont été ajoutées des valeurs longues sur les phonèmes cibles et les syllabes accentuées en parole, même s'il existe le phénomène de la contre-accentuation, ou de la désaccentuation, ou encore d'accentuations faibles et fortes selon Milner et Regnault (1987) comme dans la septième mesure de la deuxième version avec le mot « *débute* ». Pour que le rythme soit facile à reproduire, une partie du vocabulaire a dû être modifiée. Ainsi, les expressions « *de débiter la flûte* », « *là, perd son armure* », ou bien « *fumer n'est pas facile avec...* » ont été supprimées.

Les versions ont été progressivement simplifiées au niveau des rythmes mais aussi de la mélodie. Il a même été procédé à un changement intégral de mélodie pour la comptine *La Puce*. Le compositeur a trouvé plus aisé de modifier l'ensemble texte-musique, plutôt que le texte seul, ce qui est complètement compréhensible quand on sait que la musique doit découler du texte. Par ailleurs, la phrase « *Fumer est ardu avec une embouchure.* » est finalement chantée au départ sur un *fa* afin d'éviter le saut d'intervalle qui paraissait au didacticien délicat à faire émettre par ses apprenants. Cependant, les mélodies ont toutes été très vite mémorisées par les chanteurs testeurs et apprenants.

V.4.6 Utilité de la méthode

Nos observations de terrain suggèrent que, la comptine et la vocalise s'avèrent être des supports adaptés à un besoin de mémorisation rapide et à long terme et paraissent être des outils efficaces pour générer les automatismes perceptifs, proprioceptifs et articulatoires recherchés en correction phonétique d'une langue étrangère (voir les ouvrages de Martin et Trésallet, 1999 ; Degorge-Dumas et Trésallet, 2006). En somme, bien que ce ne soit en rien leur volonté première et leur objectif initial, elles pourraient devenir un matériel de cours captivant pour l'enseignement et l'apprentissage de la phonétique auprès d'un public adulte et méritent que ces recherches soient approfondies et menées à plus grande échelle. Dans le cadre de notre étude de production, la comptine servait surtout d'élément motivateur et mnémotechnique. À ce jour, des participants se souviennent

encore des paroles et de la mélodie. Une étude prochaine pourrait tester la production des participants en français sur la tâche CVCV d'une part (cf. Chapitre IV) et sur une tâche de diction et de chanson, dans lesquelles le corpus serait le texte de la comptine décrite dans ce chapitre. L'objectif serait de comparer les spectres acoustiques de la voyelle /y/ plusieurs années après la session de correction phonétique et selon le type de tâche de production.

Conclusion et perspectives

Seul un vaniteux prétendrait que ses travaux dans un domaine puissent être définitifs. Le monde doit trouver une meilleure méthode.

Neill, A. S. [1960] (1970). *Libres enfants de Summerhill*. Folio essais, 130.

Notre tour d'horizon des manuels de FLE a montré que la phonétique fait actuellement office de parent pauvre comparée à d'autres sphères langagières comme la grammaire, le lexique ou la civilisation. Les travaux de recherche ont pourtant mis en évidence les difficultés d'apprentissage phonétique d'une langue étrangère. Ils suggèrent également que les adultes ont la possibilité de développer leurs compétences en perception et en production de nouveaux éléments phonétiques et phonologiques.

Des publications s'interrogeant sur les méthodes, les outils et les techniques d'enseignement-apprentissage ont révélé un effet favorable de l'interdisciplinarité, entre autres des pratiques artistiques, sur celui-ci, tandis que des résultats d'expériences suggèrent que l'intérêt de la musique pour les apprentissages viendrait de son rôle suggestopédique et ludique, mais aussi de son effet positif sur l'activité cérébrale et en particulier sur la mémoire. En outre des études de terrain ont mis en évidence le rôle positif de la musique et de la chanson dans la récupération d'informations linguistiques et sur les niveaux suprasegmental et parfois segmental. Des didacticiens et des chercheurs suggèrent également un possible effet favorable du chant – utilisé comme support – sur la discrimination phonétique, la conscientisation phonologique, la proprioception et le contrôle des gestes articulatoires.

Si sur le terrain, la voix chantée et les exercices qui y sont étroitement liés sont utilisés par les professionnels de la voix parlée et chantée dans un objectif d'amélioration des aptitudes vocales et de parole, des linguistes ont par ailleurs montré que les enfants et leurs parents utilisent les jeux chantés, les comptines et les formulettes pour développer les compétences phonologiques et phonotactiques des enfants en langue maternelle. Des méthodes de correction phonétique ont également recours à des notions musicales et aux caractéristiques d'allongement de la durée vocalique, de modification de la fréquence fondamentale ou de la sélection de l'entourage consonantique pré vocalique en fonction d'un critère d'acuité perceptive, sans pour autant utiliser ces termes. C'est notamment le cas de la méthode verbo-tonale. Pourtant les quelques manuels, séquences et activités pédagogiques dédiés à la phonétique n'utilisent la chanson que rarement.

À notre connaissance, la littérature scientifique ou didactique ne s'est pas intéressée à l'effet d'exercices autour de la voix chantée sur l'apprentissage phonétique et aucune publication n'a identifié les paramètres spécifiques de la voix chantée susceptibles de justifier la meilleure intégration d'éléments phonétiques. L'ensemble de ces observations nous a conduit à proposer pour hypothèse de départ que la voix chantée pourrait être un outil utile dans un contexte d'apprentissage des sons et des phonèmes d'une langue étrangère, en ce sens qu'elle semble être un objet de remédiation au développement des compétences perceptives, proprioceptives et articulatoire en voix parlée en langue maternelle. Ainsi, l'intérêt du travail présenté dans ce manuscrit de thèse était double : déterminer, d'une part, quels paramètres constitutifs de ce type d'émission vocale pourraient renforcer la compétence de discrimination perceptive des voyelles non-natives ; et, d'autre part, observer l'effet de la voix chantée sur la production d'éléments segmentaux quand celle-ci est incluse dans une méthode de phonétique corrective du Français Langue Étrangère.

Pour répondre à la question générale de la thèse « *La voix chantée et des activités corrélées améliorent-elles l'intégration phonético-phonologique de segments non-natifs ?* », nous avons proposé une série d'expériences en perception et en production dont les cibles étaient des voyelles antérieures arrondies fermées et mi-fermées du

français. Dans ce contexte, deux questions principales, étroitement liées, ont guidé notre recherche : Certains paramètres constitutifs de la voix chantée peuvent-ils faciliter la discrimination de voyelles non-natives ? Comparée à une méthode semblable mais n'utilisant pas l'outil chanté, une méthode de phonétique corrective incluant des exercices en voix chantée facilite-t-elle la production de phonèmes ? Ce travail a requis que l'on réponde en amont à deux questions sous-jacentes. (1) Chez des locuteurs natifs de l'italien, quel est l'impact de leur langue maternelle sur la langue d'apprentissage, et est-ce que les variantes régionales de l'italien connues de ces locuteurs impactent différemment l'apprentissage de la langue cible ? (2) Pour la mise en place du contenu de la méthode de phonétique corrective testée, c'est-à-dire incluant des exercices utilisés pour le travail de la voix chantée ainsi qu'une comptine, quelles activités et quels exercices exploiter, et comment les concevoir ? L'ensemble des travaux présentés dans ce manuscrit de thèse, et plus particulièrement dans les chapitres II, III, IV et V, apporte des éléments de réponse à ces questions, en soulève de nombreuses autres, et nous conduit à suggérer des perspectives de recherche, en partie précédemment abordées dans chacune des sections « conclusion et discussion » des chapitres concernés.

Notre travail s'inscrivant dans le domaine du Français Langue Étrangère spécialité phonétique, nous avons suivi une démarche de type expérimental pour l'étude de perception orientée phonétique, et une démarche de type recherche-action en situation écologique pour l'étude de production orientée Français Langue Étrangère. Sur le plan méthodologique, le choix des tests auxquels ont été soumis les sujets a été largement discuté et pondéré. La réflexion a été menée avec un groupe de professionnels de la phonétique, du Français Langue Étrangère et de la psychologie. Les procédures d'analyse des données ont également été testées et réfléchies, en partenariat avec des phonéticiens, des biologistes, des mathématiciens et des statisticiens. La conception des méthodes de correction phonétique a quant à elle impliqué un réseau de phonéticiens, de musiciens et de didacticiens. Avant de rappeler les principaux résultats de ce travail de doctorat, il nous semble important de préciser les avantages et les inconvénients de chacun des protocoles mis en place.

Concernant l'étude de perception (Chapitre III), notre but consistait à cibler précisément notre objet d'étude - la voix chantée. Dans la volonté de déterminer des paramètres de la voix chantée lesquels, comparés à ceux de la voix parlée, pouvaient impacter la discrimination des voyelles non-natives, il nous a paru impératif de sortir d'un cadre à proprement parler « musical » afin de nous situer dans un type d'émission hybride. Si notre choix est discutable en ce sens que la voix chantée *est musique*, il a toutefois constitué un consensus efficace pour éviter que les sujets adoptent une perception musicale ou langagière (cf. nos tests préliminaires en perception). En outre, la revue de littérature ayant montré qu'il n'existe pas de définition consensuelle de ces termes, nous avons dû faire un choix restrictif, en définissant la voix chantée comme un type d'émission vocale consistant en des variations importantes et répétées de fréquences fondamentales et des allongements plus importants de durées que ceux observés en voix parlée. Ce choix a facilité l'observation ciblée du rôle de la durée, de l'acuité de la consonne et de la hauteur sur la perception des voyelles non-natives. Des études ultérieures permettraient de concevoir un protocole alliant musique et langue sans qu'aucun des objets concernés ne soit dénaturé, en se rapprochant peut-être des protocoles proposés par Schön *et al.* (2008).

Dans l'étude de production (Chapitre IV), nous avons choisi une observation de type global et exploratoire afin de nous rapprocher d'une situation naturelle de classe de langue. Nous avons fait le choix de mener la séquence

didactique de correction phonétique en Italie afin de limiter l'exposition à la langue cible, facteur qui aurait pu impacter de manière incontrôlable la structure de l'interphonologie et donc modifier les résultats. La formation de correction phonétique a été dispensée selon un mode intensif, sur une seule semaine. Notre souhait était d'augmenter la progression des apprenants en phonétique du français, afin de mener plus aisément les analyses des corpus de parole lue. Une critique évidente est que, dans le domaine de la didactique des langues étrangères, les sessions de pure correction phonétique sont rares, voire inexistantes. Les verbo-tonalistes ont d'ailleurs explicité que ce type de formation mono-disciplinaire n'est pas souhaitable et que la phonétique doit au contraire être intégrée à des tâches linguistiques plus larges. Il serait de fait intéressant de proposer un projet sur plusieurs mois où l'on enseignerait le français oral et écrit dans sa globalité, tout en étudiant ce processus simultanément. Les activités de correction phonétique seraient disséminées à l'intérieur du support global de cours et ne seraient jamais présentées comme telles aux apprenants. Un protocole de ce type renseignerait davantage sur les structures et les modalités d'évolution de l'interphonologie, et permettrait de mieux vérifier le rôle des activités en lien avec le travail de la voix chantée sur l'apprentissage dans un contexte écologique. Il serait en outre pertinent de tester en isolation l'effet de chaque activité en lien avec la voix chantée sur différents aspects de l'apprentissage phonético-phonologique et de les comparer avec les outils proposés dans la méthode verbo-tonale.

Les travaux existants se contredisent en ce qui concerne l'effet de l'âge sur les possibilités de réorganisation de l'espace acoustique et sur la possibilité d'atteindre un niveau de compétence en perception et en production comparable à celui d'un natif. Il importe de retenir qu'aucune recherche n'a jusqu'à présent démontré un seuil d'apprentissage irrévocable, et que des adultes, même apprenants tardifs, peuvent arriver à un niveau très avancé en langue étrangère. C'est pour cette raison, mais aussi parce que le public adulte est fréquemment rencontré en classe de Français Langue Étrangère, que nous avons souhaité enseigner et mener nos recherches auprès d'un public adulte dans le milieu universitaire, d'autant plus que la majorité des études observant l'effet de la musique sur l'apprentissage de la langue s'intéresse à un public d'enfants, souvent d'âge préscolaire. Il est cependant vrai que les adultes ont pour la plupart été en contact avec plusieurs langues, ce qui rend plus ardue la prédiction des transferts et interférences pour l'enseignant conceptualisant son contenu de cours, et la recherche de sujets plus longue, puisque les résultats tirent avantage d'un échantillon aux caractéristiques sociolinguistiques homogènes.

Si la musique et la chanson sont aisément utilisées en classe de langue auprès d'un public jeune, ils le sont moins souvent auprès d'un public adulte. La pratique chantée est, dans les deux cas, rarement utilisée dans un objectif de développement des compétences phonétiques, clairement en raison des préjugés qui existent sur la question et du manque de preuves scientifiques sur son efficacité pour l'apprentissage phonétique (cf. Chapitre I). Au vu des résultats de recherche sur l'effet favorable de ces supports et outils pour l'apprentissage, de l'absence d'un âge critique pour l'apprentissage, du manque de supports à disposition des enseignants de Français Langue Étrangère qui travaillent avec des adultes et qui désirent intégrer la pratique chantée en classe, il nous semblait important de développer des contenus de cours (Chapitre V) et de les tester (Chapitre IV).

Nous synthétiserons à présent les principaux résultats de notre travail de recherche.

L'objectif de l'étude de production des voyelles en langue maternelle (Chapitre II) était d'éliciter les systèmes vocaliques des participants. Des variantes régionales coexistent et elles sont influencées par les systèmes phonologiques des dialectes de chaque aire linguistique. Une étude des espaces acoustiques d'italophones natifs

a permis de contrôler les variations de systèmes vocaliques inter-individuels. L'effet du chant portant davantage sur les consonnes que sur les voyelles, nos analyses ont porté sur les qualités vocaliques. Nous avons montré :

- Qu'il existe des différences de cardinal entre les systèmes vocaliques ;
- Qu'il existe différents systèmes vocaliques « scolaires » toniques, à 5, 6 ou 7 voyelles, en fonction des types de neutralisation, d'opposition entre paires de voyelles, par exemple entre voyelles antérieures mi-fermée /e/ et mi-ouverte /ɛ/ d'une part, et/ou entre voyelles postérieures mi-fermée /o/ et mi-ouverte /ɔ/ d'autre part. Il arrive également que les réalisations des voyelles fermées /i/ et /u/ soient centrales et que leurs ellipses de dispersion se chevauchent respectivement avec celles de /e/ et /o/ ;
- Que pour des systèmes vocaliques comportant le même nombre de qualités vocaliques, il existe différentes structures possibles ;
- Que les voyelles antérieures arrondies du français /y ø œ/ sont absentes de la grande majorité des systèmes phonologiques existants en Italie, et dans tous les cas des variantes régionales de l'italien ;
- Que les voyelles focales de l'italien sont les mêmes que celles du français, mais que la zone de concentration énergétique ne correspond pas toujours dans les deux langues.

L'objectif de l'étude de perception (Chapitre III) était d'identifier les paramètres constitutifs et caractéristiques de la voix chantée (donc la différenciant perceptivement et perceptuellement de la voix parlée) qui pourraient faciliter la récupération d'indices acoustiques et plus globalement, la discrimination des voyelles non-natives /y/ et /ø/. Cette étude de perception a aussi été l'occasion de tester hors contexte (car sans les « règles d'usage » de la méthode) quelques outils de la méthode verbo-tonale utilisée en classe de correction phonétique, en particulier la modulation de fréquence fondamentale, la modification du contexte consonantique prévocanique et l'allongement de la durée d'une voyelle, en isolation ou en trinôme. Pour quatre des cinq expériences (expériences 1, 2, 3 et 4), les paramètres acoustiques de hauteur et de durée avaient été définis suite à des tests préliminaires visant la classification en « voix parlée » ou « voix chantée » des stimuli audio entendus au casque binaural. Notre travail a mis en évidence :

- Une absence d'effet fréquence fondamentale, ainsi que de la modification de la hauteur sur la discrimination de /y/ et de /ø/ ;
- Une absence d'effet de l'allongement de la durée vocalique, que le stimulus soit émis dans une syllabe en isolation ou qu'il soit composé de trois syllabes, toutes de même durée ;
- Un effet de la consonne prévocanique sur la discrimination de /y/ en contraste postérieur fermé /u/, voyelle avec laquelle il y a assimilation perceptive. Dans ce cas, comparativement à la consonne prévocanique de type sombre /p/, la consonne de type clair /t/ facilite la discrimination de /y/.

L'objectif de l'étude longitudinale de production (Chapitre IV) était de comparer l'effet d'une méthode de correction phonétique incluant une pratique autour de la voix chantée à une méthode plus traditionnelle sur la production de sons vocaliques non-natifs. L'hypothèse de l'efficacité de la méthode innovante reposait sur les propositions du MENESR (1999, 2008) et sur les résultats de travaux scientifiques revus dans le chapitre I (notamment Schön *et al.*, 2008). Nos résultats ont montré :

- L'intégration dès le pré-test d'une ou deux nouvelles catégories, même dans les systèmes acoustiques des apprenants naïfs en français ;
- Une production en français des voyelles cardinales extrêmes /i/ et /u/ sur les zones acoustiques exploitées en langue maternelle ;
- Une progression de l'ensemble des sujets (excepté LH3_C pour la majorité des analyses) en production des voyelles fermées /i y u/ et mi-fermées /e ø o/ en raison de :
 - La mise en place des deux nouvelles catégories /y/ et /ø/ au post-test ;
 - Une distance accrue entre ellipses de dispersion correspondant aux voyelles antérieures arrondies /y ø/ et voyelles postérieures arrondies /u o/ ;
 - Une distance diminuée entre les voyelles antérieures non arrondies /i e/ et antérieures non arrondies /y ø/ chez les sujets dont les productions des voyelles antérieures arrondies étaient acoustiquement trop proches de celles des voyelles postérieures arrondies de même degré d'aperture ;
 - Une distance accrue entre les voyelles antérieures arrondies /y/ et /ø/ elles-mêmes.
- Une meilleure atteinte des *pattern* des spectres acoustiques des voyelles /i y u/ par les sujets du groupe expérimental avec rapprochement des formants F₁ et F₂ pour /u/ d'une part et F₂ et F₃ pour /y/ d'autre part ;
- Une voyelle /i/ focale au niveau des formants supérieurs F₂/F₃ et F₃/F₄, mais l'absence de la caractéristique focale pour les autres voyelles fermées et mi-fermées du français et ce, quelle que soit la concentration d'énergie observée.

Enfin, dans le cadre de l'étude de production, une méthode de correction phonétique segmentale intégrant des activités en langue chantée a été conçue (Chapitre V). L'objectif était de proposer une méthode qui soit exploitable auprès d'un public italophone universitaire présentant des compétences hétérogènes en phonétique du français. Ainsi :

- Nous avons proposé un canevas d'activités qui reprend les suggestions de la méthode verbo-tonale, dans lequel la perception précède la production et l'acte global précède l'étude de traits phonétiques particuliers ;
- Nous avons tenté de montrer que les vocalises et les comptines sont des supports adaptés à la classe en ce sens que leur contraintes mélodiques et textuelles facilitent l'apprentissage ;
- Nous avons testé la création *ad hoc* de vocalises et de comptines, en tenant compte autant que possible des contraintes liées au genre musical et en y associant des contraintes de type didactiques, notamment suivant les attentes et les besoins des apprenants italophones.

En somme, au regard des résultats obtenus en perception (Chapitre III) et en production (Chapitre II pour la langue maternelle et Chapitre IV pour la langue étrangère), il nous semble possible de poser les points suivants, discutés au départ de notre recherche :

- L'étude de l'interphonologie donne des informations sur la manière dont un apprenant de langue restructure le système phonologique ;

- La langue source conditionne la langue cible, mais de manière partielle uniquement. Les voyelles antérieures arrondies présentes en français et absentes des variantes régionales de l'italien peuvent être perceptivement et articulatoirement confondues avec les voyelles postérieures arrondies ;
- La structure de l'interphonologie trouve d'autres explications, par exemple les tendances universelles des systèmes linguistiques ou la connaissance de langues étrangères. Certaines langues étrangères semblent influencer plus que d'autres l'interlangue (nous avons observé un effet des connaissances en allemand mais pas des connaissances en français sur la discrimination des voyelles /y/ et /ø/) ;
- La perception conditionne la production, et vice versa, mais d'autres facteurs sont à l'origine des difficultés ou facilités de réalisation des voyelles ;
- La structure du système phonologique semble influencer la structure acoustique des phonèmes vocaliques qui le composent, y compris pour la focalisation. Pour des voyelles communes à deux langues, certaines d'entre elles seulement peuvent présenter une focalisation. De plus, pour des voyelles communes présentant toutes deux un phénomène de focalisation, le pic spectral peut concerner une paire de formants différents. La focalisation n'apparaît dès lors plus comme une caractéristique intrinsèque de la voyelle ;
- Cette focalisation peut s'apprendre, également quand le locuteur est adulte et confronté à une langue étrangère. Celui-ci semble donc capable de récupérer des indices acoustiques fins utiles à la stabilité perceptive des voyelles ;
- La musique peut avoir ou non un effet sur la perception et la progression en production d'une langue étrangère. Les caractéristiques d'allongement de la durée vocalique et de la modification de fréquence fondamentale ne trouvent pas, dans notre contexte expérimental, de résultats en faveur de leur effet sur la perception des voyelles, mais de meilleurs scores de perception de /y/ sont décrits en contexte consonantique clair, suggérant un effet de l'acuité perceptive sur la discrimination. De plus, une meilleure progression en production des voyelles fermées et mi-fermées est identifiée dans le groupe d'apprenants ayant reçu une formation phonétique corrective incluant la voix chantée. La modification majorée du spectre acoustique chez les sujets du groupe ayant reçu un enseignement de français incluant la voix chantée suggère un rôle de celle-ci sur la récupération perceptive d'indices acoustiques fins.

Ces observations impliquent des conséquences pour les modèles d'apprentissage des sons et des phonèmes.

Les résultats de cette thèse, dont l'objectif central était d'interroger le rôle de la voix chantée dans l'apprentissage de voyelles du français par un public italophone, montrent que des langues jugées proches et avec une intercompréhension aisée, présentent cependant pour l'apprenant des difficultés d'ordre perceptif et articulatoire non négligeables. Nous avons trouvé en effet que la langue maternelle des apprenants conditionne l'apprentissage de la langue étrangère en ce sens qu'elle fait office de filtre, comme l'ont montré Polivanov (1931), Troubetskoy (1939) et plus récemment, Flege (1987) ou Best (1995). Nous avons également observé une grande variabilité de réalisation de /u/ en F_2 , avec des occurrences pouvant se chevaucher avec une partie de la zone de recouvrement de /y/ français, ce qui est sans conséquence sur la communication en langue maternelle puisque /i/ et /u/ sont les seules voyelles fermées que possède le système phonologique. Nos résultats en perception et en production du français langue étrangère montrent chez plusieurs locuteurs italophones une confusion de la catégorie non-native /y/ avec la catégorie native /u/. Dans ce cadre, l'application de l'Hypothèse de l'Analyse

Contrastive (Lado, 1957) s'est révélée intéressante pour anticiper des erreurs en perception et en production des voyelles du français chez un public italophone.

Cette étude comparée des systèmes vocaliques de l'italien et du français a été nécessaire avant la conception du contenu à enseigner, des modalités de création de la méthode de correction phonétique et en particulier de la comptine. Toutefois, les observations complémentaires ont montré que l'analyse contrastive n'a pas suffi à prédire la structure de l'interphonologie des apprenants, ni ses modalités d'évolution. À chaque apprenant correspond une interphonologie particulière, et des erreurs qui ne trouvaient pas d'explication dans la langue maternelle ont été recensées. Dans l'étude de perception, comme précisé ci-dessus, un effet de la variable « allemand » par exemple a été identifié sur les scores de réussite, suggérant que des italophones qui ont étudié l'allemand à un niveau auto-estimé maximale intermédiaire, ont développé leurs compétences de discrimination des voyelles antérieures arrondies et que cela impacte directement la perception du français. Pour autant, aucun effet comparable n'a pu être décrit concernant les connaissances en français alors même que son système vocalique possède /y/ et /ø/ et qu'il s'agissait de la langue testée.

La biographie linguistique n'est donc pas apparue, à premier abord, comme un indicateur suffisant en ce qui concerne les facilités et difficultés que rencontrerait un apprenant de français natif de l'italien. Dans cette même étude, aucun impact de la compétence solfégique ou de la pratique musicale n'a été observé, alors que des études ont montré un effet de ces paramètres sur la compétence de perception et de production en langue étrangère. Par ailleurs, nous avons trouvé que la perception d'une voyelle non-native appartenant à une catégorie identique en langue native peut être mal catégorisée lorsque la structure spectrale de chacune présente des spécificités intra-langue, éventualité que l'hypothèse de l'analyse n'anticipe pas. Chez une partie des sujets impliqués dans l'étude de perception, /u/ français n'est pas reconnu comme /u/ italien et est classé comme « différent » du contraste /u/. Les raisons peuvent être multiples : une réalisation plus centralisée (plus antérieure) de /u/ italien, et des distances entre formants différents, entre autres.

Les résultats de l'étude de production ont mis en exergue que les différences phonétiques entre des réalisations sonores appartenant à une même catégorie vocalique dans la langue maternelle et dans la langue étrangère sont source de difficultés. L'analyse contrastive s'est révélée également insuffisante pour prédire ce type de difficulté. Les locuteurs italophones réalisent /i/ français plus antérieur qu'attendu. Les ellipses de dispersion de /i/ sont trouvées sur une aire acoustique attendue pour /i/ italien qui ne correspond pas à celle exploitée par /i/ français. Ces deux derniers exemples de catégorisation phonologique et de traitement phonétique des voyelles erronées sont en accord avec les théories et modèles de la parole de Kuhl (1991, 1993 ; 2000), Best (1994 ; 1995) et Flege (1995 ; 2006) présentés dans le chapitre I.

De plus, l'analyse contrastive ne permet pas de prédire certaines facilités relevées dans l'interphonologie des apprenants italophones, comme la mise en place d'une catégorie supplémentaire dès le pré-test, même chez des grands débutants. En effet, une ellipse de dispersion a pu être associée à la qualité vocalique /ø/ dès le pré-test. Ce résultat semble devoir être mis en lien davantage avec une réalisation de la voyelle postérieure arrondie fermée [u] plus relâchée et centrale en italien qu'en français et avec une réalisation parfois moyenne de la voyelle postérieure arrondie mi-fermée [ø] plutôt qu'avec la théorie du marquage (Eckman, 1977) discutée dans le

Chapitre IV. Sur ce point, d'autres hypothèses pourraient sans doute être proposées. Ces résultats permettent de discuter le concept de boucle audio-phonatoire présenté dans le Chapitre I et de rappeler, en accord avec les prédictions de Best (*ibid.*) et Flege (*ibid.*) et plus largement avec différentes théories comme celle de la PACT, que les processus liant perception et production des sons sont encore opaques.

Les résultats comparés de l'étude de perception et de l'étude de production ont pu montrer une bonne perception des voyelles antérieures arrondies mais une mauvaise production de ces mêmes voyelles. C'est le cas de /y/ relativement bien discriminé (si tâche cognitive de discrimination il y a eu) et mauvaise production trouvée en français pré-test. L'exemple précédemment évoqué sur la production de /i/ peut également être repris ici : l'étude de perception a montré une discrimination excellente des réalisations de /i/, mais les différences articulatoires entre /i/ français et /i/ italien ne sont pas traitées par les apprenants, d'où une production de /i/ français sur une zone acoustique prévue pour /i/ italien. Ces résultats corroborent (entre autres) ceux de Borrell (1990), Harmegnies et Poch-Olive (1992), Borrell (1996a) et Tran (2011), qui a trouvé une meilleure compétence à percevoir les clusters du français qu'à les produire chez des locuteurs vietnamiens.

Nous avons également relevé chez des locuteurs ayant étudié le français une mauvaise perception de /y/ et /ø/ mais une production acceptable de ces voyelles dès le pré-test (et de /ø/ en particulier), même chez des locuteurs s'estimant à un niveau débutant en français, observation qui suggère que l'hypothèse de la méthode verbo-tonale selon laquelle la perception conditionne la production n'est pas systématiquement applicable, ou pas seule. Ces renseignements confirment que l'analyse contrastive peut être avantageusement complétée par les théories d'apprentissage des sons et du marquage, et témoignent que différence n'est pas synonyme de difficulté et que similitude n'est pas synonyme de facilité dans l'apprentissage des langues. Ils mériteraient d'être complétés avec une étude spécifique, impliquant dans les tâches de perception et de production des voyelles non-natives marquées et non marquées les mêmes locuteurs de l'italien, en ce sens que la structure et l'évolution de l'interphonologie ne peut être anticipée intégralement, mais peut cependant être observée, décrite et expliquée en grande partie.

Un objectif central de cette thèse était de tester l'effet de paramètres de la voix chantée et d'une méthode didactique incluant le travail en voix chantée, dont certains étaient communs avec ceux utilisés par la méthode verbo-tonale. À la question générale de la thèse « *La voix chantée et des activités corrélées améliorent-elles l'intégration phonético-phonologique de segments non-natifs ?* », une réponse plurielle peut être apportée. Tout d'abord, les effets observés diffèrent entre individus. Certains éléments associés à la voix chantée ou à son travail semblent en outre améliorer plus que d'autres les compétences en perception des voyelles non-natives. Bien que nos résultats n'aient pas permis de mettre en évidence un rôle de la durée et de la hauteur sur la perception des voyelles non-natives, nous avons pu montrer un effet de l'acuité des consonnes, comme cela a été prédit par les verbo-tonalistes, ce qui prolonge les observations des didacticiens sur le terrain. Enfin, les résultats de l'étude en production suggèrent que certains éléments phonétiques sont plus favorablement impactés que d'autres lorsque l'enseignement inclut la voix chantée, sans que nous puissions pour autant affirmer que l'exercice chanté en est la raison. Tandis que les structures des spectres vocaliques évoluent davantage chez les apprenants du groupe expérimental que chez les apprenants du groupe témoin, la mise en place des catégories a été trouvée semblable, quelle que soit le type d'enseignement reçu. L'effet favorable de l'acuité du contexte prévocalique trouvé dans

l'étude de perception et la meilleure progression dans la production des convergences formantiques chez les apprenants du groupe expérimental dans l'étude en production sont des pistes qui suggèrent une utilité de la voix chantée pour le développement des aptitudes phonétiques en langue étrangère.

La motivation mise à part, et tout en suggérant la réalité absolue du lien entre musique et motivation, les conclusions actuelles ne permettent pas de comprendre l'effet de la voix chantée sur la perception et la production de voyelles du français pour un public adulte d'apprenants italophones. De plus, les effets se sont révélés très variés selon le type d'outil (allongement des durées, modulation des hauteurs, renforcement d'indices acoustiques via la sélection d'un entourage prévocalique spécifique) et selon l'objet pour les analyses (par exemple, l'évolution des voyelles dans le système acoustique ou l'évolution des structures spectrales des voyelles). Ces résultats peuvent être la conséquence d'une approche méthodologique où perception et production ont été observées dans des protocoles séparés alors qu'il y a interaction permanente entre les deux, et où l'utilisation de deux paramètres inhérents à la voix chantée ont été dissociés alors que la musique est dynamique. Comme proposé par Miras (2013), des premiers éléments de réponse pourraient être apportés sur cette question grâce à l'utilisation d'un questionnaire d'auto-évaluation des sujets, de sorte d'enquêter sur le rôle des exercices chantés d'une part et sur le rôle de la motivation engendrée par chacune des méthodes d'enseignement-apprentissage testées dans ce présent travail et présentées dans les chapitres IV et V d'autre part.

Pour poursuivre ces travaux et tenter de trouver des réponses complémentaires, il serait intéressant de tester en isolation et dans une méthode globale l'efficacité de chaque outil verbo-tonaliste, de chaque activité proposée dans notre méthode de correction phonétique incluant le travail en voix chantée, et des paramètres associés et dissociés inhérents à la voix chantée. Les paramètres de durée et de fréquence fondamentale d'émission de la voyelle ne se sont pas révélés pertinents dans le cadre de la discrimination perceptive. Il est possible aussi que dynamique en voix chantée et dynamique en voix parlée ne procèdent pas des mêmes facteurs, ou encore que la dynamique ne soit pas la somme d'indices discrets mais plutôt d'indices costructurés sur un décours temporel. Une étude ultérieure pourrait tester cet aspect en s'intéressant aux transitions formantiques plutôt qu'à la partie stable des voyelles. L'un des objectifs scientifiques serait ainsi d'identifier d'autres indices pouvant permettre à un auditeur de classer un stimulus audio comme du chant ou de la parole, afin de tester leur effet sur la perception des sons d'une langue étrangère. Dans cette optique il serait indispensable de développer de nouveaux protocoles expérimentaux, afin de complexifier la tâche de perception catégorielle aux participants et d'éviter un traitement uniquement acoustique des stimuli. Pour aller plus loin dans cette investigation, une étude plus large, de type longitudinale pour observer la progression sur plusieurs mois en perception et en production, avec des groupes aux niveaux plus homogènes en phonétique du français, et avec des biographies musicales et linguistiques semblables, pourrait être mise en place. Les résultats d'une telle étude permettraient par ailleurs de mettre en relation l'effet des activités et exercices en (et autour de la) voix chantée avec l'effet des caractéristiques acoustiques de la voix chantée.

Cette recherche pourrait par ailleurs trouver des prolongations intéressantes dans l'observation de l'effet de la voix chantée sur la perception et la production des indices suprasegmentaux, aussi bien dans des langues à

accent lexical comme l'italien que dans des langues à ton comme le chinois. La voix chantée peut en effet être intéressante pour le travail de la prosodie.

Enfin, avec le soutien d'enseignants de langue, d'orthophonistes et de chanteurs, l'élaboration collective d'une méthode innovante pour l'enseignement-apprentissage est en cours. Le contenu des vocalises et des comptines sera finalisé après avoir effectué des tests en perception et en production des langues cibles, de sorte d'assurer un matériel pédagogique en lien avec les résultats scientifiques venant compléter les observations de terrain. D'autres projets sont également développés actuellement pour mieux comprendre le rôle dans l'enseignement de la phonétique de la voix chantée, et plus largement du chant et de la chanson (Innova-Langue, Opaale, projet européen « Brahms », AIRS...).

Si cette étude n'est qu'une humble contribution à la recherche qui prend essor actuellement, il nous semble que ses premiers résultats suffisent à « justifie[r] le maintien d'un combat en vue de l'insertion de la phonétique corrective en didactique des langues étrangères » (Wachs, 2001), et la recherche d'outils innovants pour redynamiser l'enseignement phonétique, puisque les contenus, eux, changent peu (cf. *ibid.*).

Références

[* : ouvrages ou articles non consultés : accès uniquement aux résumés ou aux comptes-rendus]

- ABC Melody (2009). *Chante et découvre le français*. Paris : ABC Melody.
- Abry, D. & Chalaron, M.-L. [1994] (1997). *Phonétique : 350 exercices*. Paris : Hachette FLE
- Abry, D. & Chalaron, M.-L. [2005] (2009). *Les 500 exercices de phonétique. Niveau A1-A2*. Paris : Hachette FLE.
- Abry, D. & Chalaron, M.-L. (2011). *Les 500 exercices de phonétique. Niveau B1-B2*. Paris : Hachette FLE.
- Abry, D. & Veldeman-Abry, J. (2007). *La phonétique : audition, prononciation, correction, collections Techniques et pratiques de classes*. Paris : CLE International.
- Aden, J. (2008). *Apprentissage des langues et pratiques artistiques : créativité, expérience esthétique et imaginaire*. Paris : Le Manuscrit.
- Aden, J. (Ed.) (2010). *Pratiques artistiques et pratiques langagières : quelle synergie ?* Numéro spécial de *Langues modernes*, 104, 2.
- Adjemian, C. (1976). On the nature of interlanguage system. *Language Learning*, 26, 2, 297-320.
- Adkins, S. (1997). Connecting the powers of music to the learning of languages. *The Journal of the Imagination in Language Learning*, 4, 40-8.
- Albano Leoni, F., Caputo, M. R., Cerrato, L., Cutugno, F., Maturi, P. & Savy, R. (1995). Il vocalismo dell'italiano. Analisi di un campione televisivo.[Le vocalisme de l'italien. Analyse d'un champion de télévision] *SILTA*, 24, 405-411.
- Albano Leoni, F., Cutugno, F. & Savy, R. (1998). Il vocalismo dell'italiano televisivo. Analisi di un corpus. [Le vocalisme de l'italien télévisuel. Analyse d'un corpus] In G. Ruffino (Ed.). *Atti del XXI Congresso Internazionale di Linguistica e Filologia Romanza*, 4, 3-16.
- Albano Leoni, F. & Maturi, P. (1994). Didattica della fonetica e parlato spontaneo. [Didactique de la phonétique et parler spontané] In Giacalone Ramat; A. & M. Vedovelli (Eds.). *Italiano lingua seconda/lingua straniera. Atti del XXVI Congresso della SLI*, 34, 153-164.
- Albano Leoni, F. & Maturi, P. (1995). *Manuale di fonetica*. [Manuel de phonétique] Roma : Nuova Italia Scientifica.
- Alcock, K. J., Passingham, R. E., Watkins, K. & Vargha-Khadem, F. (2000). Pitch and timing abilities in inherited speech and language impairment. *Brain and Language*, 75, 34-36.
- Ali El Sayed Ibrahim Said, N. (2009). Les stratégies d'apprentissage : comment aider les apprenants dans leur acquisition des connaissances ? In Hamelin, L. (Ed.). *Cahier du CRISCO*, 28.
- Ali El Sayed Ibrahim, N. (2011). *Programme proposé pour développer l'expression orale du Français, par l'utilisation de quelques stratégies cognitives et métacognitives, chez les étudiants de 4ème année de la Faculté de Pédagogie de Kafr el Cheikh en Égypte*. Thèse de doctorat de l'Université de Caen Basse-Normandie.
- Al-Tamimi, J. (2007). *Indices dynamiques et perception des voyelles : étude translinguistique en arabe dialectal et en français*. Thèse de doctorat de l'Université Lyon 2.

- Al-Tamimi, J. (2008). L'espace vocalique perceptif dépend de la densité des systèmes vocaliques : Étude translinguistique en arabe marocain, en arabe jordanien et en français. *Actes des XXVIIèmes Journées d'Études sur la Parole*, 1-4.
- Amelot, A. (2004). *Étude aérodynamique, fibroscopique, acoustique et perceptive des voyelles nasales du français*. Thèse de doctorat de l'Université de la Sorbonne Nouvelle.
- Andrews, L. J. (1997). *Effects on an integrated reading and music instructional approach on fifth-grade students' reading achievement, reading attitude, music achievement, and music attitude*. Unpublished doctoral dissertation. University of North Carolina, Greensboro, N.C.
- Angoujard, J.-P. (1977). *Théorie de la syllabe : rythme et qualité*. Paris : CNRS Éditions.
- Ansart, K. & Natanson, D. (2003). Travailler autrement. *Les Cahiers Pédagogiques*, 413-414, 21-23.
- Anvari, S. H., Trainor, L. J., Woodside, J., & Levy, B.A. (2002). Relation among musical skills, phonological processing and early reading ability in preschool children. *Journal of experimental psychology*, 83, 111-130.
- Aoyama, K., Flege, J. E., Guion, S., Akahane-Yamada, R. & Yamada, T. (2004). Perceived phonetic dissimilarity and L2 speech learning : the case of Japanese /r/ and English /l/ and /r/. *Journal of Phonetics*, 32, 233-250.
- Arleo, A. (1980). Nickety nack and digue dondaine : a study of nonsense syllables in French and Anglo-American folksongs. *Repérages*, 3. Université de Nantes, 15-29.
- Arleo, A. (2000). Music, song and foreign language teaching. *Cahiers de l'APLIUT* 19, 4, 5-19.
- Arleo, A. (2006). Do children's rhymes reveal universal metrical patterns ? In Hunt, P. (Dir.). *Children's Literature : Critical Concepts in Literary and Cultural Studies IV*. London : Routledge, 39-56.
- Arleo, A. (2010). What happens when an invented language is set to music ? A linguistic study of Dogorian. In Sorlin, S. (Ed.). *Inventive Linguistics*. Montpellier : Presses Universitaires de la Méditerranée, 47-59.
- Arleo, A. & Despringre, A.-M. (1997). *Chants enfantins d'Europe, Systèmes poético-musicaux de jeux chantés*. Despringre, A.-M. et Groupe de Recherche Musilingue (Eds.). Musilingue, Paris : L'Harmattan.
- Arnaud, V., Sigouin, C. & Roy, J. (2011). Acoustic description of Quebec French high vowels : first results. *Proceedings of the 17th ICPhS*, 244-247.
- Arom, S. (2009). Entre parole et musique. Les langages tambourinés d'Afrique subsaharienne. In Dehaene, S. & C. Petit (Eds.) (2009). *Parole et musique*. Paris : Odile Jacob, 183-199.
- Aslin, R. N., Pisoni, D. B., Hennessy, B. I., & Perey, A. J. (1981) Discrimination of voice onset time by human infants : new findings and implications for the effects of early experience. *Child Development*, 52, 1135-1145.
- *Atal, B. S. & Schroeder, M. R. (1974). Recent advances in predictive coding-applications to voiced speech synthesis. *Proceedings of the Speech Communications Seminar*. Stockholm.
- Aubanel, V. (2011). *Variation phonologique régionale en interaction conversationnelle*. Thèse de doctorat d'Aix-Marseille Université.
- Aubin, S. [1997] (2003). *La didactique de la musique du français : sa légitimité, son interdisciplinarité*. Thèse de doctorat. Rouen : Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion.
- Aubin, S. (2004). Histoire de l'enseignement de la prononciation : de la phonétique appliquée vers une didactique musicale. In Le français face aux défis actuels : histoire, langue et culture, 2. *Actes du VIème congrès international de linguistique française*, 503-512.

- Aubin, S. (2005). Histoire de l'enseignement de la « prononciation » : de la phonétique appliquée vers une didactique musicale. *Synergies Pologne*, 1, 62-69.
- Aubin, S. (2008a). Pourquoi enseigner les musiques de langue-culture ? *Synergies Espagne*, 1. GERFLINT, 41-46.
- Aubin, S. (2008b). Maître de langue, professeur de langue et enseignement de la musique du français. *Synergies Espagne*, 1. GERFLINT, 101-112.
- Aubin, S. (2010). De la terminologie musicale pour la Didactique du Français Langue Etrangère : ouvertures et repérages. *Anales de Filología Francesa*, 18. Universidad de Murcia, 17-28.
- Aubin, S. (2011). Recherche documentaire musico-linguistique : compte rendu d'une sélection : *Synergies Espagne*, 4. GERFLINT, 185-189.
- Ayotte, J., Peretz, I. & Hyde, K. (2002). Congenital amusia. A group study of adults afflicted with a music-specific disorder. *Brain*, 125, 238-251.
- Babini, M. (1997). *Précis de prononciation italienne*. Lyon : Presses universitaires de Lyon.
- Bader, E. (2007). *Si on chantait ? Réflexion sur la pratique musicale dans la rééducation du retard de parole et de langage*. Mémoire non publié. Université Louis Pasteur, Faculté de Médecine, École d'orthophonie de Strasbourg.
- Badin, P., Perrier, P., Boë, L.-J. & Abry, C. (1991). Vocalic nomograms : acoustic and articulatory considerations upon formant convergences. *Journal of the Acoustical Society of America*, 87, 1290-1300.
- Bailly, L. (2005). Étude articulatoire de la parole produite en environnement bruyant. Mémoire de Master. Université Paris 6. France.
- Bailly, G., Elisei, F. & Raidt, S. (2008). Boucles de perception-action et interaction face-à-face. *Revue française de linguistique appliquée*, 2, XIII, 121-131.
- Baines, R. W. (2006). Pratique théâtrale dans l'enseignement du français langue étrangère à l'Université d'East Anglia, notamment dans les filières Gestion et Droit. *Cahiers de l'APLIUT*, XXV, 1, 57-72.
- Bakeroot, W. (2000). Musicothérapie Active. Carmina : *Bulletin du groupe de musicothérapie active*, 1, 11-16.
- Baltazani, M. 2007. Prosodic rhythm and the status of vowel reduction in Greek. Selected papers on theoretical and applied. *Linguistics from the 17th International Symposium on Theoretical and Applied Linguistics*, 1, Thessaloniki, Greece, 31-43.
- Bamberger, J. (2000). Music, math, and science : towards an integrated curriculum. *Journal for Learning Through Music*, 32-35.
- Bancroft, W. J. (1985). Music therapy and education. *Journal of the Society for Accelerative Learning and Teaching*, 10, 1, 3-16.
- Barone, C. (1989). Une approche phonétique du rapport dialecte/italien régional/français L2. *SILTA*, XVIII, 1-2, 269-274.
- Barone, C. (1994). Aspects phonétiques de l'interlangue des étudiants toscans. In E. Arcaini & al. (Eds.). *Lingue e culture a confronto. Atti del II Convegno Internazionale di Analisi Comparativa francese/italiano*, 81-85.
- Barreiro, S., Estebas-Vilaplana, E. & Soto, I. (2005). Teaching Phonetics through singing and reciting. *Phonetics Teaching and Learning Conference Proceedings*. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.phon.ucl.ac.uk/home/johnm/ptlc2005/pdf/ptlcp47.pdf>. (Consulté le 19 novembre 2012).
- Barthélémy, Y. (2003). *La voix libérée*. Paris : Robert Laffont.

- Bataille, M. (1983). Méthodologie de la complexité. *POUR*, 90, « La recherche-action », 32-36.
- *Bhattacharyya, A. (1943). On a measure of divergence between two statistical populations defined by their probability distributions. *Bulletin of the Calcutta Mathematical Society*, 35, 99-109.
- Baucomont, J., Guibat, F., Tante Lucie, Pinon, R. & Soupault, P. (1979). *Les comptines de langue française*. Paris : Seghers.
- Baumer, E. (2011). Étude contrastive français/anglais des anaphores lexicales dans la presse et dans la fiction littéraire. *Cognition, Représentation, Langage - RJC Cotexte, contexte, situation*. (CORELA) [En ligne]. Disponible sur : <http://corela.edel.univ-poitiers.fr/index.php?id=2233>. (Consulté le 03 février 2012).
- Beacco Di Giura, M., Canelas, J., Delaisne, P., Pons, S. & Trevisi, S. (2000). *Café crème 2 : guide pédagogique*. Paris : Hachette FLE.
- Beccaria, G. L. (1992). *Italiano antico e nuovo*. [Italien ancien et nouveau] Milano : Garzanti.
- Benazzo, S. (2008). *Acquisition d'une L2 : résultats fondamentaux et perspectives*. In Durand, J., Habert, B. & B. Laks, B. (Eds). *Actes du 3ème Congrès Mondial de Linguistique Française*. EDP Sciences. Paris : Institut de Linguistique Française, 1871-1873.
- Benzeghiba, M., De Mori, R., Deroo, O., Dupont, S., Erbes, T., Jouvét, D., Fissore, L., Laface, P., Mertins, A., Ris, C., Rose, R., Tyagi, V. & Wellekens, C. (2007). Automatic speech recognition and speech variability : a review. *Speech Communication*, 49, 10-11, 763-786.
- Berg, M. (2008). Apprendre l'allemand en chantant ! Paroles et musique. *Les Langues Modernes*, 4, 102, 31-38.
- Bergeret L. (1976). *Des chansons pour mieux parler : Jeux phonologiques*. Paris : Bordas.
- Bergeson, T. R., & Trehub, S. E. (2002). Absolute pitch and tempo in mothers' songs to infants. *Psychological Science*, 13, 71-74.
- Berruto, G. [1987] (2012). *Sociolinguistica dell'italiano contemporaneo*. [Sociolinguistique de l'italien contemporain] Roma : Carocci.
- *Berruto, G. (1993). Le varietà del repertorio. [Les diversités du répertoire] In Sobrero, A. (Ed.). *Introduzione all'italiano contemporaneo, la variazione e gli usi, 1*. Roma-Bari : Laterza, 3-36.
- Berruto, G. (1995). *Fondamenti di sociolinguistica*. [Fondaments de sociolinguistique] Roma : Laterza.
- Bertoncini, J., Bijeljac-Babic, R., Blumstein, S. E., & Mehler, J. (1987). Discrimination in neonates of very short CVs. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 82, 31-37.
- Bertoncini, J., Morais, J., Bijeljac-Babic, R., McAdams, S., Peretz, I. & Mehler, J. (1989). Dichotic perception and laterality in neonates. *Brain and Language*, 37, 4, 591-605.
- Berthoud, A.-C. & Py, B. (1979). Étude des processus d'apprentissage de L2. Problèmes méthodologiques et illustrations : contraintes déictiques sur l'emploi de quelques verbes de mouvement en français, allemand et espagnol. *Encrages*, numéro spécial Linguistique appliquée, 22-31.
- Besse, H. & Porquier, R. (1991). *Grammaire et didactique des langues*. Paris : Hatier.
- Besson, M., Faïta, F., Peretz, I., Bonnel, A. M. & Requin, J. (1998). Singing in the brain : Independence of lyrics and tunes. *Psychological Science*, 9, 6, 494-498.
- Besson, M., & Friederici, A. D. (1998). Language and music : A comparative view. *Music Perception*, 16, 1, 1-9.

- Besson, M & Regnault, P. (2000). Comparaison des processus impliqués dans certains aspects du traitement du langage et de la musique : apport de la méthode des potentiels évoqués. *Revue de Neuropsychologie*, 10, 4, 563-582.
- Best, C. T. (1994). The emergence of native-language phonological influences in infants : A perceptual assimilation model. In Goodman, J. C. & H. C. Nusbaum (Eds.). *The development of speech perception : The transition from speech sounds to spoken words*. Cambridge, MA : MIT Press, 167-224.
- Best, C. T. (1995). A direct realist perspective on cross-language speech perception. In Strange, W. (Ed.). *Speech perception and linguistic experience : Issues in cross-language research*. Timonium, MD : York Press, 171-204.
- Best, C. T., Faber, A. & Levitt, A. G. (1996). Perceptual assimilation of non-native vowel contrasts to the American English vowel system. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 99, 2602.
- Best, C. T., Hallé, P. A., Bohn, O.-S. & Faber, A. (2003). Cross-language perception of nonnative vowels : Phonological and phonetic effects of listeners' native languages. In Solé, M. J., Recasens, D. & J. Romero (Eds.). *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*. Barcelona : Causal Productions, 2889-2892.
- Best, C. T., McRoberts, G. W. & Sithole, N. M. (1988). Examination of perceptual reorganization for nonnative speech contrasts : Zulu click discrimination by English-speaking adults and infants. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 14, 3, 345-360.
- Best, C. T., McRoberts, G. W. & Goodell, E. (2001). American listeners' perception of nonnative consonant contrasts varying in perceptual assimilation to English phonology. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 109, 775-794.
- Bialystok, E. & Hakuta, K. (1999). Confounded age : linguistic and cognitive factors in age differences for second language acquisition. In Birdsong, D. (Ed.). *Second language acquisition and the critical period hypothesis*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Bigand, E. (1997). Perceiving musical stability : the effect of tonal structure, rhythm and musical expertise. *Journal of Experimental Psychology : 1 Human Perception and Performance*, 21, 808-822.
- Bigand, E. & Poulin-Charronnat, B. (2006). Are we "experienced listeners" ? A review of the musical capacities that do not depend on formal musical training, *Cognition*, 100, 100-130.
- Bigi, B. (2010-2014). *SPPAS : un outil « user-friendly » pour l'alignement texte/son*. GNU General Public License. [En ligne]. Disponible sur : <http://aune.lpl.univ-aix.fr/~bigi/sppas/index.php>. (Consulté le 28 juin 2012).
- Bigi, B. (2012). SPPAS : a tool for the phonetic segmentations of Speech. *Language Resources and Evaluation Conference*, 1748-1755.
- Bigi, B. & Hirst, D. (2012). Speech Phonetization Alignment and Syllabification (SPPAS) : a tool for the automatic analysis of speech prosody. *Speech Prosody*. Tongji University Press, 19-22.
- Bigi, B., Meunier, C., Nesterenk, I. & Bertrand, R. (2010). Automatic detection of syllable boundaries in spontaneous speech. *Language Resource and Evaluation Conference*, 3285-3292.
- Bijeljac-Babic, R., Bertoncini, J., & Mehler, J. (1993). How do four-day-old infants categorize multisyllabic utterances ? *Developmental Psychology*, 29, 711-721.

- Bilhartz, T. D., Bruhn, R. A. & Olson, J. E. (2000). The effect of early music training on child cognitive development. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 20, 4, 615-636.
- Billières, M. (2002). Le corps en phonétique corrective. In Renard, R. (Ed.). *Apprentissage d'une langue étrangère/seconde, 2. La phonétique verbo-tonale*. Belgique : De Boeck.
- Billières, M. (2005). Les pratiques du verbo-tonal. Retour aux sources. In Berré, M. (Ed.). *Linguistique de la parole et apprentissage des langues. Questions autour de la méthode verbo-tonale de P. Guberina*. Mons : Centre International de Phonétique Appliquée, 67-87.
- Blanchard, E. G. et Frasson, C. (2007). Un système tutoriel intelligent inspiré des jeux vidéo pour améliorer la motivation de l'apprenant. *Revue STICEF* 14. [En ligne]. Disponible sur : <http://sticef.org>. (Consulté le 07 mars 2008).
- Blickenstaff, C.B. (1963). Musical talents and foreign language learning ability. *Modern Language Journal*, 47, 359-363.
- Blondeau, H., Nagy, N., Sankoff, G. & Thibault, P. (2002). La couleur locale du français L2 des Anglo-montréalais. *Acquisition et interaction en langue étrangère*, 17, 73-100. Paris : Université Paris 8. [En ligne]. Disponible sur : <http://aile.revues.org/1046>. (Consulté le 03 février 2013).
- Bobillier-Chaumont, I. (1999). Lecture et déficience mentale : le rythme corporel de la méthode verbo-tonale. *Glossa*, 65, 42-52.
- Bodello, S. (2001). Analogie e divergenze tra la pronuncia inglese e piemontese : risvolti pratici sull'apprendimento e sull'insegnamento della pronuncia inglese. [Analogies et divergences entre la prononciation anglaise et piémontaise : conséquences pratiques sur l'apprentissage et l'enseignement de la prononciation anglaise] Tesi di Laurea. Università di Torino.
- Boë, L.-J., Abry, C., Beautemps, D., Schwartz, J.-L. & Laboissière, R. (2000). Les sosies vocaliques – Inversion et focalisation. *XXIIIèmes Journées d'Étude sur la Parole*, Aussois, 257-260.
- Boë, L.-J., Perrier, P., Guérin, B. & Schwartz, J.-L. (1989). Maximal vowel space. *Proc. Eurospeech89*, 2, 281-284.
- Boersma, P. & Weenink, D. (1993-2012). Praat : doing phonetics by computer [logiciel]. Version 5.3.14, retrieved 28 April 2012. <http://www.praat.org/>.
- Bohn, O. S. & Flege, J. E. (1992). The production of new and similar vowels by adult German learners of English. *Studies in Second Language Acquisition*, 14, 131-158.
- Boite, A. (2009). *La chanson en classe de FLE*. Mémoire de Master I non publié. Université Stendhal de Grenoble 3.
- Bolduc, J. (2007). Musique et langue. *Québec français*, 146, 82-83.
- Bolduc, J. & Fleuret, C. (2009). La musique au cœur des pratiques de littératie. *What works ? Research into practice*, Ministère de l'Éducation de l'Ontario.
- Bolduc, J. & Lefebvre, P. (2012). Using nursery rhymes to foster phonological and musical processing skills in preschoolers. *Creative Education*, 3, 4, 495-502.
- Bolduc, J. & Montésinos-Gelet, I. (2005). Pitch awareness and phonological awareness. *Psychomusicology*, 19, 3-14.
- Bollengier, F. & Lopez, M. (2003). Pédagogie du projet et interdisciplinarité : un historique. *Techonologie*, 123, 13-14.

- Bonnel, A.-M., Faïta, F., Peretz, I. & Besson, M. (2001). Divided attention between lyrics and tunes of operatic songs : evidence for independent processing. *Perception and Psychophysics*, 63, 7, 1201-1213.
- Borisoff, C. L. (2011). *Basis of articulation and articulatory setting in pronunciation teaching : focusing on English and Russian*. Master's thesis. Department of Applied Linguistics and Communication. Birkbeck College. University of London.
- Borisoff, C. L. (2012). Basis of articulation or articulatory setting ? *Speak Out ! (IATEFL Pronunciation Special Interest Group Newsletter)*, 46, 9-13.
- Borrell, A. (1990). Perception et (re)production dans l'apprentissage des langues étrangères. Quelques réflexions sur les aspects phonético-phonologiques. *Revue de Phonétique Appliquée*, 95-96-97, 107-114.
- Borrell, A. (1996a). Parallèle entre perception et production ? Complexité du lien entre reconnaissance et production des unités phonético-phonologiques. *La Linguistique*, 32, 105-116
- Borrell, A. (1996b). Systématisation des erreurs de production et donc de perception chez les apprenants étrangers ? *Revue de Phonétique Appliquée*, 118-119, 1-16.
- Borrell, A. (2002). *La variation, le contact des langues : Contribution à la méthodologie verbo-tonale*. Mons : CIPA.
- Boudou, J. & Isern, A.-R. (1984). « Chanson et classe de langue : état des lieux ». *Le Français Dans le Monde*, 184, 31-33.
- Boysson-Bardies, B. (de) (1996). *Comment la parole vient aux enfants*. Paris : Odile Jacob.
- Bradshaw, J. L. & Mattingly, J. B. (1995). *Clinical neuropsychology : behavioral and brain science*. San Diego : Academic Press.
- Brandt, A., Gebrian, M. & Robert Slevc L. (2012). Music and Early Language Acquisition, *Frontiers in Psychology*, 3.
- Brière, E. J. (1968). *A psycholinguistic Study of phonological Interference*. La Haye : Mouton.
- Bigand, E., Tillmann, B., Poulin, B., D'Adam, D.-A. & Madurell, F. (2001). The effect of harmonic context on phoneme monitoring in vocal music. *Cognition*, 81, 11-20.
- Brotons, M. & Koger, M. (2000). The impact of music therapy on language functioning in dementia. *Journal of Music Therapy*, XXXVII, 3, 183-195.
- Browman, C. P. & Goldstein, L. (1989). Articulatory gestures as phonological units. *Phonology*, 6, 151-206.
- Brown, S. (2000). The "musilanguage" model of music evolution. In Wallin, N. L., Merker, B. & Brown, S. (Eds.). *The origins of music*. Cambridge, MA : MIT Press, 271-300.
- Brown, S. (2001). Are music and language homologues ? In Zatorre, R. & I. Peretz (Eds.). *The Biological Foundations of Music*. New-York : New-York Academy of Sciences, 372-374.
- Brugos, A. & Barnes, J. (2012a). The auditory kappa effect in a speech context. *Speech Prosody*, Shanghai.
- Brugos, A. & Barnes, J. (2012b). Pitch trumps duration in a grouping perception task. Cuny. Poster presentation. [En ligne]. Disponible sur : <http://blogs.bu.edu/abrugos/files/2012/03/kappa-grouping-poster-031012.pdf>. (Consulté le 12 janvier 2014).
- Brunier, V. (1979). *La chanson et son utilisation pédagogique*. Thèse de doctorat de l'Université Stendhal - Grenoble 3.
- Burfin, S., Savariaux, C., Granjon, L., Sanchez, C., Tran, T. T. H., Soto Faraco, S. & Kandel, S. (2011). Overcoming phonological deafness in L2 conversation by perceiving the facial movement of the speaker. *7th*

- annual Workshop on Bilingualism : Neurolinguistic and Psycholinguistic Perspectives*, 12-14 September, Aix-en-Provence, France.
- Bustarret, A. H. (2007). La chanson dans les livres et dans les disques, animations et festivals pour enfants. *Actualités et nouveautés du livre pour enfants. La revue des livres pour enfants*, 236. Paris : Delcourt.
- Bybee, J. (2001). *Phonology and language use*. Cambridge University Press. Cambridge : UK.
- Cabrera, L., Bertoncini, J. & Lorenzi, C. (2013). Perception of speech modulation cues by 6-month-old infants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56, 6, 1733-1744
- Calabrò, L. (2003). *L'apprendimento della pronuncia dell'italiano da parte di anglofoni ed ispoanofoni*. [L'apprentissage de la prononciation de l'italien par des natifs de l'anglais et de l'espagnol] Tesi di Laurea. Facoltà di Lingue e Letterature Straniere. Università di Torino.
- Calamai, S. (2002). Vocali atone e toniche a Pisa. [Voyelles atones et toniques à Pise] In Regnicoli A. (Ed.). *Atti delle XIII Giornate di studio del Gruppo di Fonetica Sperimentale – AIA*. Roma : Il Calamo, 39-46.
- Calamai, S. (2005). Intrinsic vowel normalization : comparing different procedures (Data from Tuscan Italian). *Italian Journal of Linguistics/Rivista di Linguistica*, 17, 2, 211-270.
- Calbris, G. (1978). La prononciation et la correction phonétique. In Rebouillet, A. (Ed.). *Guide pédagogique pour le professeur de français langue étrangère*. Paris : Hachette.
- Calbris, G. et Montredon, J. (1975). *Approche rythmique, intonative et expressive du français langue étrangère*. Paris : Création Loisirs Enseignement International.
- Calbris, G. & Montredon, J. (1981). *Oh là là ! Expression intonative et mimique*, 2. Avec livre du professeur et cassettes. Paris : Création Loisirs Enseignement International.
- Callamand, M. (1981). *Méthodologie de l'enseignement de la prononciation, Organisation de la matière phonique du français et correction phonétique*. Collection Didactique des Langues Etrangères. Paris : Création Loisirs Enseignement International.
- Callamand, M. & Pedoya, É. (1984). « Phonétique et enseignement ». *Le Français dans le Monde*, 182, 56-58.
- Calliope. (1989). *La parole et son traitement automatique*. J. P. Tubach (Ed.). Collection technique et scientifique des Télécommunications. Paris : Masson.
- Canepari, L. (1983). *La notazione fonetica*. [La notation phonétique] Venezia : Cafoscarina.
- Canepari, L. (1986). *Italiano standard e pronunce regionali*. [Italien standart et prononciations régionales] CLEUP, Cooperativa libraria editrice degli studenti dell'Università di Padova.
- Canepari, L. (1999). *Manuale di pronuncia italiana, 1*. [Manuel de prononciation italienne, 1] Bologna : Zanichelli.
- Canepari, L. (2006). *Avviamento alla Fonetica*. [Premiers pas en phonétique] Piccola Biblioteca Einaudi. Saggistica letteraria e linguistic. Tornino : Einaudi.
- Calvert, S. L. (2001). Impact of televised songs on children's and young adults' memory of educational content. *Media Psychology*, 3, 325-342.
- Calvet, L.-J. (1980). *La chanson dans la classe de français langue étrangère*. Paris : Création Loisirs Enseignement International.
- Campbell, D. (1998). L'enseignement de la musique et la pédagogie musicale Orff. In Campbell, D. (Ed.). *L'Effet Mozart*. Montréal : Le Jour, 216-219.

- Carpitelli, E. (1994). *Modelli fonetici e fonologici nell'analisi delle strutture vocaliche : il caso della dittongazione nei dialetti apuani*. [Modèles phonétiques et phonologiques dans l'analyse des structures vocaliques : le cas de la diphtongation dans les dialectes apuans] Tesi di Dottorato. Università di Firenze.
- *Carpitelli, E. (1995). Description des systèmes des voyelles toniques de quelques dialectes de la Toscane nord-occidentale. *Géolinguistique*, 6, 43-73.
- Carré, R. (2008). Production and perception of V1V2 described in terms of formant transition rates. *Proceedings of the Acoustical Society of America Meeting*, Paris. France. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 123, 5, 3324.
- Carré, R. & Hombert, J.-M. (2002). Variabilité phonétique en production et perception de parole : stratégies individuelles. In Mazoyer, B., Lautrey, J. & P. Van Geert(Eds.). *Invariants et variabilité dans les sciences cognitives*. Paris : Presses de la Maison des Sciences de l'Homme.
- Carton F. (1974). *Introduction à la phonétique du français*. Paris : Bordas.
- Cassady, M. (1994). *The art of storytelling*. Colorado Springs : Meriwether Publishing.
- Castelloti, V. & Moore, D. (2002). Représentations sociales des langues et enseignements. *Guide pour l'élaboration des politiques linguistiques éducatives en Europe. De la diversité linguistique à l'éducation plurilingue. Étude de référence*. Strasbourg : Conseil de l'Europe, 1-29.
- Catterall, J. R., Chapleau, R. & Iwanaga, J. (1999). Involvement in the arts and human development : general involvement and intensive involvement in music and theater arts. In Fiske, E. (Ed.). *Champions of change : the impact of the arts on learning*. Washington DC : Arts Education Partnership and President's Committee on the Arts and Humanities, 1-18.
- Caussade, D. (2011). *Les apports de l'utilisation de l'outil « chanson francophone » dans un but d'insertion sociale des apprenants de FLS*. Mémoire de Licence Professionnelle GRH « Formation-accompagnement » non publié. Université de Strasbourg, Faculté des Sciences de l'Éducation.
- Champagne-Muzar, C. & Bourdages, J.-S. (1993). *La phonétique en didactique des langues*. Le point sur. Québec : Centre éducatif et culturel.
- Champagne-Muzar, C. & Bourdages, J. S. (1998). *Le point sur la phonétique*. Paris : Création Loisirs Enseignement International.
- Charliac, L. & Motron, A.-C. (1998). *Phonétique progressive du français. Niveau intermédiaire*. Paris : Création Loisirs Enseignement International.
- Chauvin, C. (1999). *Comptines, formulettes et jeux enfantins dans les Alpes occidentales. Étude gestuelle, rythmique et verbale*. Thèse de doctorat de l'Université Stendhal - Grenoble 3.
- Chen, Y.-C. & Chen, P.-C. (2009). The effect of english popular songs on learning motivation and learning performance. *WHAMPOA - An Interdisciplinary Journal*, 56, 13-28.
- Cherry, D. E. (2002). Experimenting with the Sound/Color Chart for pronunciation. *Bulletin of Hokuriku University*, 26, 219-235.
- Cheung, C. (2001). The use of popular culture as a stimulus to motivate secondary students' English learning in Hong Kong. *ELT Journal*, 55, 55-61.
- *Chistovich, L. A. & Lublinskaya, V. V. (1979). The "centre of gravity" effect in vowel spectra and critical distance between the formants : psychoacoustical study of the perception of vowel-like stimuli. *Hearing Research*, 1, 185-195.

- *Chistovich, L. A., Sheikin, R. L. & Lublinskaya, V. V. (1979). "Centres of gravity" and spectral peaks as the determinants of vowel quality. In Lindblom, B. & S. Öhman (Eds.). *Frontiers of Speech Communication Research*. London : Academic Press, 143–157.
- Choque, D. (2007). *Stage sur la voix, l'oreille et les résonances*. Formation de la Voix. Paris.
- Chung, H. H. (2006). Code switching as a communicative strategy : A case study of Korean-English bilinguals. *Bilingual Research Journal*, 30, 293-307.
- Clements, G. N. (1990). The role of the sonority cycle in core syllabification. In Kingston, J. & M. Beckman (Eds.). *Papers in Laboratory Phonology I : Between the Grammar and the Physics of Speech*. Cambridge : Cambridge University Press, 283–333.
- Clerc, S. (2010). Récits, écriture et mise en scène en classe d'accueil. *Les Langues Modernes*, 2. Pratiques artistiques et pratiques langagières : quelle synergie ?, 65-72.
- Cloarec-Heiss, F. (1997). Langue naturelle, langage tambouriné. In Fuchs, C. & S. Robert (Eds.). *Diversité de langues et représentations cognitives*. Paris, Ophrys, 136-149.
- Cole, S. (2012). *Singing your way to phonological awareness*. Master's Research Project. Faculty of the Patton College of Education and Human Services Ohio University.
- Colletta, J.-M. (2009). Le geste de pointage au service des acquisitions méta-phonologiques. *IVème Congrès des Amériques Organisé par le Syndicat des Orthophonistes de la Guadeloupe*.
- Colwell, C.M. (1994). Therapeutic application of music in the whole language kindergarten. *Journal of Music Therapy*, 31, 238-247.
- Comeau, G. (1989). *Analyse comparative de trois approches d'éducation musicale : Dalcroze, Orff et Kodály*. Thèse de doctorat de l'Université d'Ottawa. Canada.
- Conseil de l'Europe & Comité de l'éducation. (2001). *Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues : apprendre, enseigner, évaluer*. Paris : Didier.
- Contini, M. & Boe, L.-J. (1972). Voyelles orales et nasales du Sarde Campidanien. Étude acoustique et phonologique. *Phonetica*, 25, 165-191.
- Cook, V. J. (1986). *Experimental approaches to two areas of second language learning research. Age and listening-based teaching methods*. Chapitre 2. Oxford : Pergamon Press.
- Corder, S.-P. (1967). The significance of learners' errors. In Richards, J. C. (Ed.). (1974). *Error analysis : perspectives on second language acquisition*. London : Longman, 19-27.
- Corneille, M. (1999). *Épanouissons-nous par la musique : activités musicales pour tous les enfants des classes régulières, avec intégration scolaire et spécialisées*. Toronto : Gordon V. Thompson Music.
- Cornaz, S. (2006). *Une chorale plurilingue chante en français au Botswana. Le chant : un outil de correction phonétique ?*, Mémoire de Master 2 professionnel non publié. Université Stendhal - Grenoble 3.
- Cornaz, S. (2008). *Le travail en voix chantée, un outil de correction phonétique en français langue étrangère*. Mémoire de Master 2 recherche non publié. Université Stendhal - Grenoble 3.
- Cornaz, S., Bigi, B. & Granjon, L. (soumis). Automatic vs Manual segmentation of Italian read speech : a case study. *Proceedings of 1st Italian Conference on Computational Linguistics (CLIC-it)*. Pise : Italy.
- Cornaz, S., Chovelon, C. & Jauneau-Cury, N. (2014). La vocalise et la comptine au service de la didactique des langues. Pourquoi et comment les utiliser en correction phonétique segmentale ? *E-crini*, 6. Nantes : CRINI.

- [En ligne]. Disponible sur : http://www.crini.univ-nantes.fr/1403000125802/0/fiche_pagelibre/&RH=1402999468883.
- Cornaz, S. & Caussade, D. (2014). Musique, voix chantée et apprentissage : une revue de littérature et quelques propositions d'exploitation en didactique de la phonétique des langues. *E-crini*, 6. Nantes : CRINI. [En ligne]. Disponible sur : http://www.crini.univ-nantes.fr/1403000125802/0/fiche_pagelibre/&RH=1402999468883.
- Cornaz, S., Caussade, D., Tisserand, C. (2014). La langue signée pour faciliter l'acquisition du lexique en langue étrangère. Compte-rendu d'expérience. *E-crini*.
- Cornaz, S. & Fonio, F. (2014). Présentation et premiers résultats de la conception d'un référentiel de compétences en pratiques artistiques et apprentissage des langues. *E-crini*, 6. Nantes : CRINI. [En ligne]. Disponible sur : http://www.crini.univ-nantes.fr/1403000125802/0/fiche_pagelibre/&RH=1402999468883.
- Cornaz, S., Henrich, N. & Vallée, N. (2009). Peut-on utiliser le travail en voix chantée pour améliorer la correction phonétique segmentale en langue étrangère ? Le cas de locuteurs italiens apprenants de Français Langue Étrangère. Présentation orale avec diaporama & publication des Actes. *Rencontres Jeunes Chercheurs en Parole*. Avignon – France. 16, 17 & 18 novembre 2009. [En ligne]. Disponible sur : http://majecstic2009.univ-avignon.fr/Actes_MajecSTIC_RJCP/RJCP/articles/162.pdf.
- ornazHenrich, N. & Vallée N. (2010). L'apport d'exercices en voix chantée pour la correction phonétique en langue étrangère : le cas du français langue étrangère appliqué à des apprenants italiens d'âge adulte. *Cahiers de l'APLIUT*, 24, 2. [En ligne]. Disponible sur : <http://apliut.revues.org/757>.
- Cornaz, S., Kamiyama, T., Pillot-Loiseau, C., Tran, T. T. H. & Zeroual, C. (en cours) *Pratiques de terrain en intégration phonétique du Français Langue Etrangère dans le monde*. Sondage des enseignants.
- Cosi, P., Ferrero, F. E. Vaggies, K. (1995). Rappresentazioni acustiche e uditive delle vocali italiane. [Représentations acoustiques et auditives des voyelles italiennes] *Atti del XIV Convegno Nazionale AIA*. Bologna, 151-156.
- Costamagna L. (2000). *Insegnare e imparare la fonetica* [Enseigner et apprendre la phonétique]. Torino : Paravia Scriptorum.
- Costamagna L. & Tojo, T. (2000-2013). *Linguistica contrastiva : italiano-giapponese. Modulo didattico per il consorzio Italian Culture on the Net*. [Linguistique comparative : italien-japonais. Module didactique pour le consortium Italian Culture on the Net] Università di Perugia per Stranieri. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.italicon.it/it/modulo.asp?M=m00337etP=1>. (Consulté le 17 février 2013).
- Cross, I. (2003). Music and evolution : causes and consequences, *Contemporary Music Review*, 22, 3, 79-89.
- Cross, I. & Tolbert, E. (2008). Music and meaning. In Hallam, S. Cross, I. & M. Thaut (Eds.). *The Oxford handbook of music psychology*. Oxford : Oxford University Press.
- Crowder, R. G., Serafine, M. L. & Repp, B. H. (1990). Physical interaction and association by contiguity in memory for the words and melodies of songs. *Memory & Cognition*, 18, 469-476.
- Cuestas Cifuentes, M. (2006). Songs in the English class : a strategy to encourage tenth graders' oral production. *Profile*, 7, 47-58.
- Cuq, J.-P. & Gruca, I. (2002). *Cours de didactique du français langue étrangère et seconde*. Presses Universitaires de Grenoble.
- Cuq, J.-P. & Gruca, I. (2003). *Dictionnaire de didactique du français langue étrangère et seconde*. Paris : Création Loisirs Enseignement International.

- D'Achille, P. (2001). Che ce lo dici a fare? Un costrutto interrogativo di matrice dialettale nell'italiano parlato contemporaneo. [*Che ce lo dici a fare? Une construction interrogative de matrice dialectale dans l'italien parlé contemporain*] In D'Achille, P. & Giovanardi, C. Dal Belli Ar Cipolla : *Conservazione e innovazione nel romanesco contemporaneo*. [Conservation et innovation dans le romanesque contemporain] Roma : Carocci, 67-83.
- Dalla Bella, S., Giguère, J.-F. & Peretz, I. (2007). Singing proficiency in the general population. *Journal of Acoustical Society of America*, 121, 1182-1189.
- Davis, J. R. (1995). *Interdisciplinary courses and team teaching : new arrangements for learning*. Phoenix, AZ : American Council on Education : Oryx Press.
- De Corbière, S., Fresnel, E. & Frèche, C. (2001). *La voix : la corde vocale et sa pathologie*. Paris : CCA. [En ligne]. Disponible sur : <http://laboratoiredeLavox.com/2007/05/07/la-voix-la-corde-vocale-et-sa-pathologie/> Consulté le 13 mars 2014.
- Dégé, F. & Schwazer, G. (2011). The effect of a music program on phonological awareness in Preschoolers. *Frontiers in psychology*, 1, 124.
- Degorce-Dumas, M. & Trésallet É. (2006). *30 phonèmes en 30 comptines : GS-CP*. Paris : Retz.
- Dehaene-Lambertz, G. (1998). Comment la langue devient-elle maternelle ? Nouveaux aperçus sur les premières étapes de l'acquisition du langage. *Médecine thérapeutique/Pédiatrie*, 1, 1, 73-80.
- Dehaene-Lambertz, G. (2000). Cerebral specialization for speech and non-speech stimuli in infants. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 3, 449-460.
- Dehaene, S & Petit, C. (2009). Parole et musique. Aux origines du dialogue humain. *Actes du colloque annuel 2008*. Odile Jacob.
- DeKeyser, R. (2000). The robustness of critical period effects in second language acquisition. *Studies in Second Language Acquisition*, 22, 499-534.
- Delattre, P. (1962). Le jeu des transitions de formants et de la perception des consonnes. *Proceedings of the Fourth International Congress of Phonetic Sciences. Helsinki. Finland*, 407-417.
- Delattre, P.-C. (1966). Tendances de coupe syllabique en français. In Delattre, P.-C. (Ed.). *Studies in French and Comparative Phonetics*. Paris : Mouton, 150-162.
- Delbé, C. (2009). *Musique, psychoacoustique et apprentissage implicite vers un modèle intégré de la cognition musicale*. Thèse de doctorat de l'Université de Bourgogne.
- Delbende, J.-C. & Heuze, V. (1992). *J'apprends le français en chantant*. Paris : Didier.
- Delvaux, V., Demolin, D. & Soquet, A. (2004). Interactions mimétiques entre locuteurs : une étude expérimentale. *Actes des XXV^{èmes} Journées d'étude sur la parole*, Fès, Maroc, 153-156.
- Delvaux, V., Huet, K., Piccaluga, M. & Harmegnies, B. (2008). Modelage perceptuel du contrôle de la matière phonique en L2 : Variabilité interindividuelle. *XXVI^{èmes} Journées d'Étude de la Parole*, Avignon, France, 389-392.
- De Mauro, T. (1970). *Storia linguistica dell'Italia unita*. [Histoire linguistique de l'Italie unie] Bari : Laterza.
- Demolin, D. (2001). Some phonetic and phonological observations concerning /R/ in Belgian French. In Van der Velde, H. & R. Van Hout (Eds.). *'r-atics. Sociolinguistic phonetic and phonological characteristics of /r/*. Bruxelles : Université Libre de Bruxelles, ILVP, 63-73.

- Demuth, K. (2001). Prosodic constraints on morphological development. In Weisenborn, J. & B. Höhle(Eds.). *Approaches to bootstrapping*. Amsterdam-Philadelphia : Benjamins.
- Depau, G. (2008). *Analyse du répertoire bilingue sarde-italien en milieu urbain*. Thèse de doctorat de l'Université Stendhal - Grenoble 3.
- De Pietro, J.-F., Matthey, M. & Py, B. (1989). Acquisition et contrat didactique ; les séquences potentiellement acquisitionnelles de la conversation exolingue. In Weil, D. & H. Fugier (Eds.). *Actes du troisième colloque régional de linguistique*. Strasbourg : Université des sciences humaines et Université Louis Pasteur.
- De Pracontal, M. (2005). *L'imposture scientifique en dix leçons*. Paris : Editions du Seuil.
- Despringre, A.-M. et Groupe de Recherche Musilingue (Eds.). Arleo, A., Fribourg, J., Olivier, E. & Panayi, P. (1997). *Chants enfantins d'Europe, Systèmes poético-musicaux de jeux chantés*. Musilingue, Paris : L'Harmattan.
- Dessalles, J.-L. (2000). *Aux origines du langage, une histoire naturelle de la parole*. Paris : Hermès-Sciences.
- Detey, S., Durand, J., Laks, B. & Lyche, C. (2010). *Les variétés du français parlé dans l'espace francophone : ressources pour l'enseignement*. Paris : Ophrys.
- D'Hainaut, L. (1986). L'interdisciplinarité dans l'enseignement général. *UNESCO. Division des sciences de l'éducation, des contenus et des méthodes*. [En ligne]. Disponible sur : <http://unesdoc.unesco.org/images/0007/000708/070823fb.pdf> (Consulté le 11 février 2014).
- Di Benedetto, M. (1989). Vowel representation : some observations on temporal and spectral properties of the first formant frequency. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 86, 55-66.
- Diehl, R. L., Lotto, A. J. & Holt, L. L. (2004). Speech perception. *Annual Review of Psychology*, 55, 149-179.
- Dieling, H. & Hirschfeld, U. (2000). *Phonetik Lehren und lernen*. Goethe Institut. München : Langenscheidt Verlag.
- D'Imperio, M. and Rosenthal, S. (1999). Phonetics and phonology of main stress in Italian. *Phonology*, 16, 1, 1-28.
- Dodane, C. (2003). *La langue en harmonie : influences de la formation musicale sur l'apprentissage précoce d'une langue étrangère*. Thèse de doctorat de l'Université de Besançon.
- Dodane, C. (2006). Les comptines : des chansons à faire apprendre, parler et écrire. *Le journal des Professionnels de l'Enfance*, 41, 43-46.
- Domaine, D., Häcker, A., Martin, D. & Devos, L. (2010). Découvrir l'allemand par le conte, les arts et le jeu. *Les Langues Modernes*, 2, 14-21.
- Döring, N. & Vermeersch, F. (2001a), *Caramel 1*, Paris, Didier FLE.
- Döring, N. & Vermeersch, F. (2002a), *Caramel méthode de français*. Paris : Didier FLE.
- Döring, N., Vermeersch, F. & Claveau, C. (2001b). *Caramel : guide de classe 1*. Paris : Didier FLE.
- Döring, N., Vermeersch, F. & Claveau, C. (2002b). *Caramel : guide de classe 2*. Paris : Didier FLE.
- Douglas, S. & Willatts, P. (1994). The relationship between musical ability and literacy skills. *Journal of Research in Reading*, 17, 2, 99-107.
- Doupe, A. J. & Kuhl, P. K. (1999). Birdsong and human speech : Common Themes and Mechanisms. *Annual Review of Neurosciences*, 22, 567-631.

- Draganova, R., Eswaran, H., Murphy, P., Lowery, C., & Preissl, H. (2007). Serial magnetoencephalographic study of fetal and newborn auditory discriminative evoked responses. *Early human development*, 83, 3, 199-207.
- Duchêne, F. (2002). Sait-on récupérer les traits vocaliques à partir du signal de parole ? Le cas du trait d'aperture. Mémoire de Maîtrise non publié. Université Pierre Mendès France – Grenoble.
- Dubois, J. (2010). *Larousse Dictionnaire étymologique*. Paris : Larousse.
- Dubrac, A. L. (2012). Didactisation d'un contenu cinématographique et acquisition d'une L/C2 (langue/culture cible). *Recherche et pratiques pédagogiques en langues de spécialité*, 31, 2, 66-89.
- Dulay, H. C. & Burt, M. K. (1977). Remarks on creativity in language acquisition. In Alatis, J. E., Bonomo Finocchiaro, M., Burt, M. K. & H. C. Dulay (Eds.). *Viewpoints on English as a second language*. New-York : Regents.
- Dupessey, M. & Fournier, C. (1999). *La voix, un art et un métier*. Chambéry : Comp'act.
- Durand, J., Laks, B. & Lyche, C. (2002a). *Bulletin PFC n°1 : protocole, conventions et directions d'analyse*. [En ligne]. Disponible sur http://www.projet-pfc.net/bulletins-et-colloques/cat_view/918-bulletins-pfc.html. (Consulté le 06 mai 2014).
- Durand, J., Laks, B. & Lyche, C. (2002b). La phonologie du français contemporain : usages, variétés et structure. In Pusch, C. & W. Raible (Eds.). *Romanistische Korpuslinguistik- Korpora und gesprochene Sprache/Romance Corpus Linguistics - Corpora and Spoken Language*. Tübingen : Gunter Narr Verlag, 93-106.
- Eckman, F. R. (1977). Markedness and the contrastive analysis hypothesis. *Language learning*, 27, 315-330.
- Eckman, F. (2008). Typological markedness and second language phonology. In Hansen-Edwards, J. G. & M. L. Zampini (Eds.). *Phonology and Second Language Acquisition*, John Benjamins Publishing Company : Amsterdam/Philadelphia, 95-115.
- Edeline, J.M., Pham, P. & Weinberger, N. M. (1993). Rapid development of learning-induced receptive field plasticity in the auditory cortex. *Behaviour Neuroscience*, 107, 539-551.
- Ehrenberg, R. G., Brewer, D. J., Gamoran, A. & Willms, J. D. (2001). *The class size controversy*. Working Paper, 14. From Cornell University ILR School. [En ligne] Disponible sur : <http://digitalcommons.ilr.cornell.edu/workingpapers/25/>. (Consulté le 09 décembre 2012).
- Eimas, P. D., Siqueland, E. R., Jusczyk, P. & Vigorito, J. (1971). Speech perception in infants. *Science*, 171, 303-306.
- Eckman, F. (2008). Typological Markedness and Second Language Phonology. In Hansen, J. & M. Zampini (Eds.). *Phonology and Second Language Acquisition*. Amsterdam : John Benjamins, 95-116.
- Elbaz, P. (2010). Poésie, calligraphie, peinture : voie d'apprentissage du chinois. Pratiques artistiques et pratiques langagières : quelle synergie ? *Les Langues Modernes*, 2, 22-29.
- Ellis, R. (1994). *The study of second language acquisition*. Oxford : Oxford University Press, 529-560.
- Escudero, P. (2002). Learning the sounds of a new language : adults can do it too ! In *Lay language article. 144th Meeting of the Acoustical Society of America-First Pan-American/Iberian Meeting on Acoustics*.
- Estienne, F. (1998). *Voix parlée, voix chantée : examen et thérapie*. Paris : Masson, collection Orthophonie.
- Eterno, J. A. (1961). Foreign language pronunciation and musical aptitude. *Modern Language Journal*, 45, 168-70.

- Eustache, F., Lechevalier, B. & Viader, F. (1996). *La mémoire. neuropsychologie clinique et modèles cognitifs*. Séminaires Jean-Louis Signoret. De Boeck Université.
- Fant, G. (1960). *Acoustic theory of speech production*. La Haye : Mouton.
- Feat-Feunteun, A. (2008). Musiques et chansons du monde : apprendre à écouter en anglais. Dossier Parole et musique. *Les Langues Modernes*, 4, 52-60.
- Fenk-Oczlon, G. (2010). Parallèles entre langage et musique, perspective cognitive et évolutionnaire. In Deliège, I., Vitouch, O. & O. Ladinig, (Eds.). *Musique et Evolution*. Wavre, Belgique, Mardaga, 171-186.
- Ferrero F.E. (1968). Diagrammi di esistenza delle vocali italiane. [Diagrammes d'existence des voyelles italiennes] *Alta Frequenza*, 37, 54-58.
- Ferrero F. E. (1972). Caratteristiche acustiche dei fonemi vocalici italiani. [Caractéristiques acoustiques des phonèmes vocaliques italiens] *Parole e metodi*, 3, 9-31.
- Ferrero F. E. (1979). *L'identificazione della persona per mezzo della voce*. [L'identification de la personne par le biais de sa voix] Roma : ESA.
- Ferrero, F. E. & Magno Caldognetto, E (1986). *Elementi di fonetica acustica*. [Éléments de phonétique acoustique] In Croatto, L. (Ed.). *Trattato di foniatria e logopedia*. Padova : La Garangola, 1983-1988, 4, 3, 155-196.
- Ferrero, F., Magno Caldognetto, E. & Cosi, P. (1995). Le vocali al femminile. [Les voyelles au féminin] *Atti del Convegno Internazionale di Studi Dialettologia al Femminile*. Sappada. CLEUP Padova, 413-436.
- Ferrero, F. E., Magno Caldognetto, E. & Cosi, P. (1996). Sui piani acustici e uditivi delle vocali di uomo, donna e bambino. [Sur les plans acoustiques et auditifs des voyelles d'homme, femme et enfant] *Atti AIX Trento*, 169-178.
- Ferrero F.E., Magno Caldognetto E., Vagges K. & Lavagnoli C. (1978). Some acoustic characteristics of the italian vowels. In Nespors, M. (Ed.). On Phonology and Phonetics. *Journal of Italian Linguistics*, 3, 1, 87-96.
- Finger, J. (1985). Teaching pronunciation with the Vowel Colour Chart. *TESL Canada Journal*, 2, 2. CBCA Education, 43-49.
- Fish, L. (1984). *Relationships among eighth-grade German students' learning styles, pitch discrimination, sound discrimination, and pronunciation of German phonemes*. Unpublished Master's Thesis of U. of Minnesota-Minneapolis.
- *Flammia, G. (1988). *Classificazione statistica e neurale su base percettiva nel riconoscimento delle vocali italiane*. [Classification statistique et neuronale sur la base des perceptions dans la reconnaissance des voyelles italiennes] Tesi di laurea non pubblicata. Università La Sapienza di Roma.
- Flanker, W. (2013). Carte des langues et dialectes parlés en Italie. *Wikimedia Commons*. [En ligne] Disponible sur : http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Languages_spoken_in_Italy.svg via. (Consulté le 02 mars 2013).
- Flege, J. E. (1987). The production of 'new' and 'similar' phones in a foreign language : Evidence for the effect of equivalence classification. *Journal of Phonetics*, 15, 47-65.
- Flege, J. E. (1988). The production and the perception of foreign languages. In Winitz, H. (Ed.). *Human Communication and its Disorder : A Review*. Norwood, N.J. : Ablex.
- Flege, J. E. (1992). Speech learning in a second language. In Ferguson, C., Menn, L. & C. Stoel-Gammon (Eds.). *Phonological Development : Models, Research, Implications*. Timonium, MD. York Press, 565-604.

- Flege, J. E. (1995). Second language speech learning. Theory, findings and problems. In Strange, W. (Ed.). *Speech Perception and Linguistic Experience : Issues in Cross-language research*. Timonium : MD : York Press, 233-277.
- Flege, J. E. (1999). Age of learning and second language speech. In Birdsong, D. (Ed.). *Second Language Acquisition and the Critical Period Hypothesis*. Mahwah, N J : Lawrence Erlbaum Associates, 101-113.
- Flege, J. E. (2002). Interactions between the native and second-language phonetic systems. In Burmeister, P., Piske, T. & A. Rohde (Eds.). *An Integrated View of Language Development : Papers in Honor of Henning Wode*. Trier : Wissenschaftlicher Verlag Trier, 217-243.
- Flege, J. E. (2003). Assessing constraints on second-language segmental production and perception. In Meyer, A. & N. Schiller (Eds.). *Phonetics and Phonology in Language Comprehension and Production, Differences and Similarities*. Berlin : Mouton de Gruyter, 319-355.
- Flege, J. E., Frieda, E-M. & Nozawa, T. (1997). Amount of native language use affects the pronunciation of an L2. *Journal of Phonetics*, 25, 2, 169-186.
- Flege, J. E., Bohn, O-S. & Jang, S. (1997). Effects of experience on non-native speakers' production and perception of English vowels. *Journal of Phonetics*, 25, 437-470.
- Flege, J. E. & Hillenbrand, J. (1984) Limits on phonetic accuracy in foreign language speech production. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 76, 3, 708-721.
- Flege, J. E. & MacKay, I. (2004). Perceiving vowels in a second language. *Studies in Second Language Acquisition*, 26, 1-34.
- Flege, J. E. & MacKay, I. (2011). What accounts for "age" effects on overall degree of foreign accent? In Wrembel, M., Kul, M. & K. Dziubalska-Kołaczyk (Eds.). *Achievements and perspectives in the acquisition of second language speech : New Sounds 2010*, 2. Bern, Switzerland : Peter Lang, 65-82.
- Flege, J. E., Munro, M. & MacKay, I. (1995). Factors affecting degree of perceived foreign accent in a second language. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 97, 3125-3134.
- Flege, J. E., Schirru, C. & MacKay, I. R. A. (2003). Interaction between the native and second language phonetic subsystems. *Speech Communication*, 40, 467-491.
- Flege, J., Takagi, N. & Mann, V. (1995). Japanese adults can learn to produce English /r/ and /l/ accurately. *Language and Speech*, 38, 25-55.
- Flege, J. E., Yeni-Komshian, G. & Liu, S. (1999). Age constraints on second-language acquisition. *Journal of Memory and Language*, 41, 78-104.
- Fletcher, J., Harrington, J. & Hajek, J. (1994). Phonemic vowel length and prosody in Australian English. *Proceedings of the fifth Australian International Conference on Speech Science and Speech Technology*, 656-661.
- Florici, F. & Molinu, L. (2008). L'Italie et ses dialectes. *Lalies*, 28, 5-10.
- Follmann, A. (2013). *L'approche interdisciplinaire des apprentissages en langues vivante étrangère : l'exemple d'un projet articulé autour du conte*. Mémoire de Master 2. IUFM Midi-Pyrénées/UT2.
- Fónagy, I. (1989). Le français change de visage ? *Revue romane*, 24, 2, 225-254.
- Fónagy, I. & Fónagy, J. (1966). Sound pressure level and duration. *Phonetica*, 15, 14-21.
- Fónagy, I., Léon, P. R. & Carton, F. (1980). L'accent en français contemporain. *Studia phonetica*, 15. Montréal-Paris-Bruxelles : Didier, 123-233.

- Fonseca Mora, C. (2000). Foreign language acquisition and melody singing. *ELT Journal*, 54, 2, 146-152.
- Fowler, A.-E. (1991). How early phonological development might set the stage for phoneme awareness. *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research*, 105-106, 53-64.
- Fowler, C. A. (1986). An event approach to the study of speech perception from a direct-realist perspective. *Journal of Phonetics*, 14, 3-28.
- Fowler, C. A. (1996). Listeners do hear sounds, not tongues. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 99, 1730-1741.
- Fox, R. (1989). Dynamic information in the identification and discrimination of vowels. *Phonetica*, 46, 97-116.
- Fraisse, M. (2008). L'utilisation de la chanson en cours d'occitan. Paroles et musique. *Les Langues Modernes*, 4, 102, 25-30.
- French, N. R. & Steinberg, J. C. (1947). Factors governing the intelligibility of speech sounds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 19, 90-119.
- Fulla, A. C. (2008). Méthodologie musicale et enseignement-apprentissage du FLE. *Synergies Espagne*, 1, 2, 141-152.
- Gadet, F. (1996). *Le français ordinaire*. Paris : Armand Colin.
- Gajos, M. H. (2003). *Plaisir d'amour, méthode de français par la chanson*. Sedziejowice : Oficyna LEKSEM.
- Galantucci, B., Fowler, C. A. & Turvey, M. T. (2006). The motor theory of speech perception reviewed. *Psychonomic Bulletin and Review*, 13, 3, 361-377.
- Galazzi, E. & Pedoya-Guimbretière, É. (1983). Et la pédagogie de la prononciation? *Le Français Dans le Monde*, 180 : 39-44.
- Galisson, R. (1983). *La suggestion dans l'enseignement, histoire et enjeu d'une pratique tabou*. Paris : Création Loisirs Enseignement International.
- Gallet, J.-C. (2002). *Une chanson pour trois sons, démarches pour l'enseignement-apprentissage des voyelles nasales du français à travers une chanson*. CEOFIPF. [En ligne]. Disponible sur www.ceofipf.org/IMG/rtf/Une_chanson_pour_trois_sons.rtf. (Consulté le 25 octobre 2007).
- Galligani, S. (2003). Réflexion autour du concept d'interlangue pour décrire des variétés non natives avancées en français, *Linx*, 49, 141-152. [En ligne]. Disponible sur <http://linx.revues.org/562>. DOI : 10.4000/linx.562. (Consulté le 26 février 2013).
- Garabédian, M., Lerasle, M. & Meyer-Dreux, S. (1991). *Trampoline*. Paris : Création Loisirs Enseignement International.
- Gardiner, M. F., Fox, A., Knowles, F. & Jeffrey, D. (1996). Learning improved by arts training : *Nature*, 381, 284.
- Gardner, R. C. (1960). *Motivational variables in second-language acquisition*. Unpublished Ph.D. Dissertation. McGill University of Montreal. Canada.
- Gardner, R. J. & Lambert, W. (1972). *Attitudes and motivation in second-language learning*. Rowley : Mass.
- Garnier, M., Dubois, D., Poitevineau, J., Henrich, N. & Castellengo, M. (2004). Perception et description verbale de la qualité vocale dans le chant lyrique : une approche cognitive. *Proceedings of the 25th Journées d'Études sur la Parole*, Fès, Maroc.
- Garnier, M., Henrich, N. & Dubois, D. (2010). Influence of sound immersion and communicative interaction on the Lombard effect. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 53, 3, 588-608.

- Garnier, M., Henrich, N., Smith J. & Wolfe, J. (2010). Vocal tract adjustments in the high soprano range. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127, 6, 3771–3780.
- Garnier E. & Spanghero-Gaillard N. (Ed.). (à paraître). *Pratiques théâtrales en classe de langues*, numéro spécial des *Langues modernes*, 108, 4.
- Gass, S. & Selinker, L. (2008). *Second language acquisition : an introductory course*. New-York : Routledge.
- Gass, S. & Selinker, L. (1994). *Second language acquisition : an introductory course*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Gattegno, C. (1966). *La lecture en couleurs, guide du maître*. New-York : Educational Solutions.
- Gattegno, C. (1968). *Teaching reading with words in color*. New York : Xerox.
- Gebhardt, K. (1990). La palatalisation u > ü en piémontais et en gallo-roman. Mise au point des principales hypothèses. *Atti del V Rëscontr antèrnassional dë studi an sia lenga e la literatura e cultüra piemuntèisa* (mai 1989). In Gianrenzo P. Clivio (Ed.). Alba : Famija Albèisa, 179-192.
- Gendrot, C. & Adda-Decker, M. (2005). Impact of duration on F₁/F₂ formant values of oral vowels : an automatic analysis of large broadcast news corpora in French and German. In *Proceedings of Interspeech*, 2453-2456.
- Gendrot, C. & Adda-Decker, M. (2007). Impact of duration and vowel inventory size on formant values of oral vowels : an automated formant analysis from eight languages. In Trouvain, J. and W. J. Barry (Eds.). *Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences*. Saarbrücken, Allemagne : 1417-1420.
- Gendrot, C., Adda-Decker, M. et Vaissière, J. (2008). Les voyelles /i/ et /y/ du français : focalisation et variations formantiques. *Actes des XXVII^{èmes} Journées d'Étude de la Parole*. Avignon, 205-208.
- Gendrot, C. & Adda-Decker, M. (2010). *Influence du contexte consonantique et de la durée des voyelles sur la centralisation des voyelles orales en français*. In Embarki, M. & Dodane, C. (Eds.). *La Coarticulation, des Indices aux Représentations*. Paris : L'Harmattan, 159-171.
- Georgeton, L., Paillereau, N., Landron, S., Gao, J. & Kamiyama, T. (2012). Analyse formantique des voyelles orales du français en contexte isolé : à la recherche d'une référence pour les apprenants de FLE. In Besacier, L., Lecouteux, B. & G. Gérasset (Eds.). *Proceedings of the XXIX^{èmes} Journées d'Études sur la Parole* (Joint Conference JEP-TALN-RECITAL), 1. Grenoble : ATALA/AFCP, 145–152.
- Germain, C. (1991). *Le point sur l'approche communicative en didactique des langues*. Montréal : Centre éducatif et culturel.
- Germain, C. (1993). *Évolution de l'enseignement des langues : 5000 ans d'histoire*. Paris, Création Loisirs Enseignement International.
- Germain-Rutherford, A. (1998). *Petit manuel d'Introduction à la transcription phonétique*. Toronto : Canadian Scholars' Press.
- Germain-Rutherford, A. (2005). Phonétique corrective et prosodie du français. Centre du cyber-@pprentissage. Université d'Ottawa. [En ligne] Disponible sur : <http://courseweb.edteched.uottawa.ca/phonetique/pages/phonetique/intro.htm>. (Consulté le 05 janvier 2011).
- *Giannini, A. & Pettorino, M. (1992). *La Fonetica sperimentale*. [La phonétique expérimentale] Napoli : Edizioni scientifiche italiane.
- Gilbers, D. & Schreuder, M. (2002). *Language and Music in Optimality Theory*.
- Girardet, J. & Cridling, J.-M. [2002] (2004). *Panorama 2 : méthode de français*. Paris : Création Loisirs Enseignement International.

- Girardet, J. & Pécheur, J. (2002). *Campus*. Paris : Création Loisirs Enseignement International.
- Gironzetti E. & Pastor Sánchez, A. (2012). Por qué mi español suena a italiano. Analisis fonetico contrastivo de español e italiano. [Pourquoi mon espagnol ressemble à de l'italien. Analyse phonétique comparative de l'espagnol et de l'italien] *Foro de Profesores de E/LE. III* (2007), 95-102.
- Göktürk, C. D. (2012). Kodály and Orff : a comparison of two approaches in early music education. *ZKU Journal of Social Sciences*, 8, 15, 179-194.
- Gonon, M., Rost, A. & Gentilhomme, C. (2004). *Comptines en maternelle*. Strasbourg : CRDP d'Alsace. [En ligne]. Disponible sur <http://www.crdp-strasbourg.fr/cddp68/maternelle/contines/index.htm>. (Consulté le 01 janvier 2006).
- Goto, H. (1971). Auditory perception by normal Japanese adults of the sounds "l" and "r", *Neuropsychologia* 9, 3, 317-323.
- Gougenheim, G., Michea, R., Rivenc, P. & Sauvageot, A. (1956). *L'élaboration du français élémentaire : étude sur l'établissement d'un vocabulaire et d'une grammaire de base*. Paris : Didier.
- Gougenheim, G., Michea, R., Rivenc, P. & Sauvageot, A. (1964). *L'élaboration du français fondamental : étude sur l'établissement d'un vocabulaire et d'une grammaire de base*. Paris : Didier.
- Gourgey, C. (1998). Music therapy in the treatment of social isolation in visually impaired children. *Review*, 29, 4, 157-162.
- Gourvenec, L. (2008). Théoriser l'exploitation de la chanson en classe de langue. Paroles et musique. *Les Langues Modernes*, 4, 102, 1-8.
- Gourvenec, L. (2011). *Pour une théorisation des utilisations de la chanson en classe de langue : genres, contextes et publics : contribution à une définition de la chanson en tant que genre et perspectives méthodologiques*. Thèse de doctorat de l'Université de Bourgogne.
- Goyet, L., Nishibayashi, L.-L. & Nazzi, T. (2013). Early syllabic segmentation of fluent speech by infants acquiring French. *Plos One*, 8, 11, 1-10.
- Grabski, K. (2012). *Les cartes sensorimotrices de la parole : corrélats neurocognitifs et couplage fonctionnel des systèmes de perception et de production des voyelles du français*. Thèse de doctorat de l'Université Stendhal - Grenoble 3.
- Grabski, K., Tremblay, P., Gracco, V., Girin, L. & Sato, M. (2013). A mediating role of the auditory dorsal pathway in selective adaptation to speech : a state-dependent transcranial magnetic stimulation study. *Brain Research*, 1515, 55-65.
- Gramming, P., Sundberg, J., Ternström, S., Leandersson, R., & Perkins, W. H. (1988). Relationship between changes in voice pitch and intensity. *Journal of Voice*, 2, 2, 118-126.
- Graziano, A. B., Peterson, M. & Shaw, G. L. (1999). Enhanced learning of proportional math through music training and spatial-temporal training. *Neurological Research*, 21, 139-152.
- Greenberg, S. (1999). Speaking in shorthand - a syllable-centric perspective for understanding pronunciation variation. *Speech Communication*, 29, 159-176.
- Greeno, J. G. & The Middle-School Mathematics through Applications Project Group. (1997). Theories and practices of thinking and learning to think. *American Journal of Education*, 106, 85-126.
- Gromko, J. E. (2004). The effect of music instruction on phonemic awareness in beginning readers. *Journal of Research in Music Education*, 53, 3, 199-209.

- Gromko, J.E. & Poorman, A.S. (1998). The effect of music training on preschooler's spatial-temporal task performance. *Journal of Research in Music Education*, 46, 173-181.
- Grosjman, D. & Edelin, M. (2001). *Vocalises avant de bien chanter*. Paris : Van de Velde.
- Grosliéziat, C. (1998). Les bébés et la musique : premières sensations et créations sonores. Ramonville Saint-Agne : Erès.
- Grosliéziat, C. (1999a). Les bébés et la musique 2 : Bébés chasseurs de sons. Ramonville Saint-Agne : Erès.
- Grosliéziat, C. (1999b). Musique et développement du langage. *La Lettre du GRAPE*, 35. Langages d'enfance, paroles d'enfant. Paris : Erès, 29-34.
- Grosliéziat, C. (2002). La musique, une porte ouverte sur le langage. *Ortho magazine*, 43. Paris : Masson, 11-15.
- Grossmann, F. et Plane, S. (2008). *Lexique et production verbale*. Lille : Presses Universitaires du Septentrion.
- Grubb, T. (1979). *Singing in French. A manual of French diction and French vocal repertoire*. New-York : Schirmer.
- Guberina, P. (1965). La méthode audio-visuelle structuro-globale. *Revue de phonétique appliquée*, 1, 35-64.
- Gugliemino, L. M. (1986). The affective edge : using songs and music in ESL instruction. *Adult Literacy and Basic Education*, 10, 19-26.
- Guimbretière, É. (1994). *Phonétique et enseignement de l'oral*. Paris : Didier-Hatier.
- Gumperz, J. J. (1982). *Discours strategies*. Cambridge University Press : Cambridge.
- Gutiérrez, D. (2005). Developing oral skills through communicative and interactive tasks. *PROFILE Journal*, 6, 83-96.
- Hagège, C. (2009). Parole-chant : l'opéra. In Dehaene, S. & C. Petit (Eds.). *Parole et musique*. Paris : Odile Jacob, 331-336.
- Hair, J. K., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1998). *Multivariate data analysis*. 5th edition. Prentice-Hall : Toronto.
- Hakuta, K., Bialystok, E. & Wiley, E. (2003). Critical evidence : a test of the critical period hypothesis for second language acquisition. *Psychological Science*, 14, 31-38.
- Hallé, P., Best, C. & Levitt, A. (1999). Phonetic versus phonological influences on French listeners' perception of American English approximants. *Journal of Phonetics*, 27, 281-306.
- Hallé, P. & Boysson-Bardies, B. (de) (1994). Emergence of an early lexicon : infants' recognition of words. *Infant Behavior and Development*, 17, 119-129.
- Hallé, P.A., Chang, Y.C. & Best, C.T. (2004). Identification and discrimination of Mandarin Chinese tones by Mandarin Chinese vs French listeners. *Journal of Phonetics*, 32, 395-421.
- Hambye, P. (2005). *La prononciation du français contemporain en Belgique : variation, normes et identités*. Thèse de doctorat de l'Université catholique de Louvain.
- Hancin-Bhatt, B. (2008). Second language phonology in Optimality Theory. In Zampini, M. & J. Hansen (Eds.). *Phonology and Second Language Acquisition*. Amsterdam/Philadelphia : John Benjamins, 117-146.
- *Hanley, T. D. & Steer, M. D. (1949). Effect of level of distracting noise upon speaking rate, duration and intensity. *Journal of Speech & Hearing Disorders*.
- Hansen, A. B. (2001). Les changements actuels des voyelles nasales du français parisien : confusions ou changements en chaîne ? *La Linguistique*, 37, 2, 33-47.

- Harmegnies, B., Delvaux, V., Huet, K., & Piccaluga, M. (2005). Oralité et cognition: pour une approche raisonnée de la pédagogie du traitement de la matière phonique. *Revue PArole*, 34, 265.
- Harmegnies, B. & Poch-Olivé, D. (1992). A study of style-induced vowel variability : Laboratory versus spontaneous speech in Spanish. *Speech Communication*, 11, 429-437.
- Harmegnies, B. & Poch-Olive, D. (1992). Fausse science et marketing linguistique. *Revue de phonétique appliquée*, 103-104, 181-194.
- Harmer, J. (2001). *The practice of English language teaching*. Cambridge : Person Education Limited.
- Hawkins, S. (2003). Roles and representations of systematic fine phonetic detail in speech understanding. *Journal of Phonetics*, 31, 373-405.
- Hécaen, H. (1972). *Introduction à la neuropsychologie*. Paris : Larousse.
- Henrich, N. (2001). *Étude de la source glottique en voix parlée et chantée : modélisation et estimation, mesures acoustiques et électroglottographiques, perception*. Thèse de doctorat de l'Université Paris 6.
- Henrich N. (2012). Physiologie de la voix chantée : vibrations laryngées et adaptations phono-résonantielles, In *La voix parlée et la voix chantée. 40^{èmes} Entretiens de Médecine physique et de réadaptation*. Montpellier : France, 1-14.
- Henrich, N., Smith, J. & Wolfe, J. (2011) Vocal tract resonances in singing : strategies used by sopranos, altos, tenors, and baritones. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129, 2, 1024-1035.
- Herron, C., Dubreil, S., Cole, S. P. & Corrie, C. (2000). Using instructional video to teach culture to beginning foreign language students. *CALICO*, 17, 3, 395-427.
- Heuze, V. & Delbende, J.-C. (2003). *Le français en chantant*. Paris : Didier FLE.
- Hillenbrand, J. M., Clark, M. J. & Houde, R. A. (2000). Some effects of duration on vowel recognition. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 108, 6, 3013-3022.
- Hickok, G. (2012). Computational Neuroanatomy of Speech Production. *Nature Reviews Neuroscience*, 13, 135-145.
- Hirsch, F., Fauvet, F., Ferbach-Hecker, V., Béchet, M. & Bouarourou, F. (2007). Formant structures of vowels produced by stutters at normal and fast speech rates, *International Phonetic Sciences*. Saarbrücken, 1345-1348.
- Hirsch, F., Monfrais-Pfauwadel, M.-C., Sock, R. & Vaxelaire, B. (2009). Étude de la structure formantique des voyelles dans la parole bégue en vitesses d'élocution normale et rapide. *Revue de Laryngologie, Otologie, rhinologie*, numéro spécial de phono-audiologie, 17-22.
- Ho, Y.-C., Cheung, M.-C. & Chan, A. S. (2003). Music training improves verbal but not visual memory : cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, 17, 3, 439-450.
- Hombert, J.-M. (1984). Réflexion sur le mécanisme des changements phonétiques. *Pholia*, 1, 87-112.
- Honikman, B. (1964). Articulatory settings. In Abercrombie, D. & D. Jones (Eds.). *In Honour of Daniel Jones*. London : Longmans, 73-84.
- Hooper, J. (2002). Using music to develop peer interaction : an examination of the response of two subjects with a learning disability. *British Journal of Learning Disabilities*, 30, 166-170.
- Huet, K., Harmegnies, B. & Poch-Olive, D. (2001). Une méthode statistique pour le contrôle des changements vocaliques sous l'effet du style de parole. Application à l'espagnol. In Matthey, M. Le changement linguistique, évolution, variation, hétérogénéité. *Travaux neuchâtelois de linguistique*, 34-35, 233-249.

- Hughes, J. E., Robbins, B. J., McKenzie, B. A. & Robb, S. S. (1990). Integrating exceptional and non-exceptional young children through music play : a pilot program. *Music Therapy Perspectives*, 8, 52-55.
- Humpal, M. E. (1991). The effects of an integrated early childhood music program on social interaction among children with handicaps and their typical peers. *Journal of Music Therapy*, 33, 1, 19-33.
- Huron, D. (2006). *Sweet anticipation : music and the psychology of expectation*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Husser, R. (2002). *La musique sur le bout de la langue : Recherche sur les transversaux didactiques entre l'apprentissage de la langue et celui de la musique*. Mémoire de Maîtrise de Français Langue Étrangère non publié. Université Stendhal - Grenoble 3.
- Hurwitz I., Wolff, P. H. Bortnick, B. D. & Kokas, K. (1975). Nonmusical effects of the kodaly music curriculum in primary grade children. *Journal of Learning Disabilities*, 8, 45-51.
- Ibrahim, A. (1977). Les professeurs face à la chanson. *Le Français dans le Monde*, 131, 33-35.
- Ilahi, B. S. (2002). Music perception and cognition in the first year of life. *Early child development and care*, 172, 3, 311-322.
- Inaba, S. (1998). Moras, syllables, and feet in Japanese. *Language, Information and Computation (PACLIL12)*, 18-20, 106-117.
- Ingram, J.-C.-L. & Park, S.-G. (1997). Cross-Language vowel perception and production by Japanese and Korean learners of English. *Journal of Phonetics*, 2, 343-370.
- Intravaia, P. (2002). Pour une étiologie approfondie de l'erreur phonétique du crible phonologique au crible dialectique. In Renard, R. *Apprentissage d'une langue étrangère/seconde, 2. La phonétique verbo-tonale*. Belgique : De Boeck.
- Loup, G. & Weinberger, S. H. (1987). *Interlanguage Phonology : the acquisition of a second language sound system*. Cambridge : Newbury House.
- Istituto Nazionale di Statistica (2000). *Rapporto annuale*. [Rapport annuel] Istat.
- Istituto Nazionale di Statistica (2002). *Rapporto annuale*. [Rapport annuel] Istat.
- Istituto Nazionale di Statistica (2007). *Rapporto annuale*. [Rapport annuel] Istat
- Ivan, M. (2006). La méthode Structuro-Globale Audio-Visuelle. *Dialogos*, 14, 16-20.
- Iverson, P., Diesch, E., Siebert, C. & Kuhl, P. K. (1994). Cross-language tests of the perceptual magnet effect for /r/ and /l/. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 96, 5, 3228.
- Iverson, P. & Kuhl, P.K. (1994). Tests of the perceptual magnet effect for American English /r/ and /l/. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 95, 5, 2976.
- Iverson, P. & Kuhl, P. K. (1995). Mapping the perceptual magnet effect for speech using signal detection theory and multidimensional scaling. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 97, 553-562.
- Iverson, P. & Kuhl, P. K. (1996). Influences of phonetic identification and category goodness on American listeners' perception of /r/ and /l/. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 99, 1130-1140.
- Jackendoff, R. (2009). Parallels and nonparallels between language and music. *Music Perception*, 26, 3, 195–204.
- Jackendoff, R. & Lerdhal, F. (1980). Discovery procedures vs rules of musical grammar in a generative music theory. *Perspectives of New Music*, 18, 2, 503-510.
- Jacquier, C. (2008). *Étude d'indices acoustiques dans le traitement temporel de la parole chez des adultes normo-lecteurs et des adultes dyslexiques*. Thèse de doctorat de l'Université Lumière Lyon 2.

- Jacob, P. (2007). Neurones miroir, résonance et cognition sociale. *Psychologie française*, 52, 299–314.
- Janata, P., Tillman, B. & Bharucha, J. J. (2002). Listening to polyphonic music recruits domain-general attention and working memory circuits. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience*, 2, 121-140.
- Jakobson, R., Fant, G. & Halle, M. (1952). *Preliminaries to speech analysis : the distinctive features and their correlates*. Cambridge : MIT.
- Jardri, R., Pins, D., Houfflin-Debarge, V., Chaffiotte, C., Rocourt, N., Pruvo, J.P., Steinling, M., Delion, P., & Thomas, P. (2008). Fetal cortical activation to sound at 33 weeks of gestation : a functional MRI study. *Neuroimage*, 42, 10–18.
- Jardri, R., Houfflin-Debarge, V., Delion, P., Pruvo, J. P., Thomas, P., & Pins, D. (2012). Assessing fetal response to maternal speech using a noninvasive functional brain imaging technique. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 30, 2, 159-161.
- Jeannin, M. (2002). *Accent phonétique et accent musical dans la musique vocale en anglais : étude acoustique et psycho-acoustique*. Thèse de doctorat de l'Université d'Angers.
- Jeannin, M. (2004). Structures accentuelles phonétiques et musicales de l'anglais oral. *Actes des VII^{èmes} RJC, Langue et Langues*. Université Paris 3, 34-36.
- Jenkins, J. J. & Yeni-Komshian, G. (1995). Cross-language speech perception : perspective and promise. In Strange, W. (Ed.). *Speech perception and linguistic experience : Issues in cross-language research*. Timonium, MD : York Press, 463-479.
- Joliveau, E., Smith, J. & Wolfe, J. (2004). Vocal tract resonances in singing : the soprano voice. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 116, 4, 2434–2439.
- Johnson, K. (1997). Speech perception without speaker normalization. In Johnson, K. & J. Mullenix (Eds.). *Talker Variability in Speech Processing*. Academic Press, 145-166.
- Johnson, K. (2005). Speaker normalization in speech perception. In Pisoni, D. & R. Remez *Handbook of Speech Perception*. Oxford : Blackwell Publishers, 363-389.
- Joos, M. (1948). Acoustic phonetics. *Language Monograph*, 24 : Baltimore.
- Junqua, J.-C. (1992). The variability of speech produced in noise. *SPAC-1992*, 43-52.
- Jusczyk, P. W. (1993). From general to language-specific capacities : the WRAPSA model of how speech perceptions develops. *Journal of Phonetics*, 21, 3-28.
- Jusczyk, P. W. & Krumhansl, C. (1993). Pitch and rhythmic patterns affecting infants' sensitivity to musical phrase structure. In *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 19, 3, 627-640.
- Justus, T. C. & Bharucha, J. J. (2002). Music Perception and Cognition. In Yantis, S. & H. Pashler (Eds.). *Stevens' Handbook of Experimental Psychology*, 1 : Sensation and Perception. New-York : Wiley, 453-492.
- Kahn, J. (2011). *Parole de locuteur : performance et confiance en identification biométrique vocale*. Thèse de doctorat de l'Université d'Avignon et Pays du Vaucluse. France.
- Kallopoulos, N. (2000). *Syllable temporal patterns*. Unpublished PhD. National and Capodistrian University of Athens.
- Kalliorinne, V., Peltola, M. S. & Aaltonen, O. K. (2005). Perception of non-native vowels by finnish learners of french. Plasticity in speech perception. *Proceedings of ISCA*. London, UK, 179-182.
- Kandinsky, W. [1911] (1988). *Du Spirituel dans l'art, et dans la peinture en particulier*. Paris : Folio Essais-

Gallimard.

- Kaneman-Pougatch, M. & Pedoya-Guimbretière, E. [1989] (1991). *Plaisir des sons : enseignement des sons du français*. Paris : Alliance Française-Hatier-Didier.
- Kao S.-M. & O'Neill C. (1998). *Words into worlds. Learning a second language through process drama*. London : Ablex Publishing (Contemporary Studies in Second Language Learning).
- Karimer, L. (1984). Can southeast Asian students learn to discriminate between English phonemes more quickly with the aid of music and rhythm? Language key to learning, 5. *Selected papers from the 12th Annual State Convention of the Illinois Teachers of English to Speakers of Other Languages/Bilingual Education*, 41-48.
- Kariuki, P. & Honeycutt, C. (1998). An investigation of the effects of music on two emotionally disturbed students' writing motivations and writing skills. *Annual Conference of the Mid-South Research Association*. New Orleans, LA, 143-150.
- Karlinoff-Smith, A. & Karlinoff, K. (2012). *Comment les enfants entrent dans le langage*. Paris : Petit Forum, Retz.
- Kassai, I. (1995). L'effet du chant sur le développement langagier du jeune enfant : apport de la méthode Kodály. *Les Cahiers du CRESLEF*, 39-40, 101-115.
- Kaufman, A. S. & Kaufman, N. L. (1985). *Kaufman test of educational achievement*. Circle Pines : MN : American Guidance Service.
- Kelley, L. L. (1981) *A combined experimental and descriptive study of the effect of music on reading and language*. Unpublished Ph. D. dissertation. University of Pennsylvania.
- Keren-Portnoy, T., Vihman, M. M., DePaolis, R. A., Whitaker, C. & Williams, N. (2010). The role of vocal practice in constructing phonological working memory, *Journal of Speech-Language-Hearing Research*, 53, 1280-1293.
- Kern, S. (2001). Le langage en émergence, *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 13, 8-12.
- Keskin, F. (2011). Using songs as audio materials in teaching Turkish as a foreign language. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10.
- Kilgour, A. R, Jakobson, L. S. & Cuddy, L. L. (2000). Music training and rate of presentation as mediators of text and song recall. *Memory & Cognition*, 28, 5, 700-710.
- Kirchner, R. (1999). Preliminary thoughts on 'phonologization' within an exemplar-based speech processing system. *UCLA Working Papers in Linguistics - Papers in Phonology*, 2, 1, 207-231.
- Kirshenblatt-Gimblett, B. (1976). Speech play : research and resources for studying linguistic creativity. *Publications in conduct and communication*. Philadelphia : University of Pennsylvania Press.
- Kivistö-de Souza, H. & Mora, J.C. (2012a). Speech rate effects on L2 vowel production and perception. *30th AESLA Applied Linguistics Conference*. April 2012. Lleida, Spain.
- Kivistö-de Souza, H. & Mora, J. C. (2012b). Speech rate effects on L2 vowel production and perception. *10th conference of the Círculo de Estudos Lingüísticos do Sul (CELSUL X)*. Cascavel, Brasil.
- Kivistö-de Souza, H. & Mora, J. C. (2014). Effects of speech rate on the intelligibility of non-native vowels. *Proceedings of the International Symposium on the Acquisition of Second Language Speech Concordia Working Papers in Applied Linguistics*, 5, 337-352.

- Klatt, D. H. & Cooper, W. E. (1975). Perception of segment duration in sentence contexts. In Cohen, A. & S. G. Neebom (Eds.). *Structure and Process in Speech Perception*. Berlin : Springer Verlag, 69-86.
- Klein, W. (1989). *L'acquisition de langue étrangère*. Paris : Armand Colin.
- Knowles, X. & Perez, V. (2002). *Guide pratique du Professeur des écoles Maternelles*. Paris : Hachette Éducation.
- Koelsch, S., Gunter, T. C., Wittfoth, M. & Sammler, D. (2005). Interaction between syntax processing in language and in music : an ERP study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 10, 1565-1577.
- Kolinsky, R., Cuvelier, H., Goetry, V., Peretz, I. & Morais, J. (2009). Music training facilitates lexical stress processing. *Music Perception*, 235-246.
- Konopczynski, G. (1987). *Du prélangage au langage : acquisition de la structuration prosodique*. Thèse de doctorat de l'Université de Strasbourg.
- Kouani, A., El Jamali, S. & Talbi, M. (2007). Analyses en composantes principales une méthode factorielle pour traiter les données didactique. *Radisma*, 2, 1-18.
- Krashen, S. (1982). *Principles and practice in second language acquisition*. Oxford : Pergamon Press.
- Krings, T., Topper, R., Foltys, H., Erberich, S., Sparing, R., Willmes, K. & Thron, A. (2000). Cortical activation patterns during complex motor tasks in piano players and control subjects. A functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience Letters*, 278, 3, 189-193.
- Kuhl, P.K. (1987). The special mechanisms debate in speech research : Categorization tests on animals and infants. In Harnad, S. (Ed.). *Categorical perception : The groundwork of cognition*. Cambridge : Cambridge University Press, 355-386.
- Kuhl, P. (1991). Human adults and human infants show a “perceptual magnet effect” for the prototypes of speech categories, monkeys do not. *Perception and Psychophysics*, 50, 93-107.
- Kuhl, P. K. (1993). Innate predispositions and the effects of experience in speech perception : The native language magnet theory. In Boysson-Bardies, B. (de) (Ed.). *Developmental Neurocognition : Speech and Face Processing in the First Year of Life*. La Haye : Kluwer Academic Publishers, 259-74.
- Kuhl, P. K. (1995). Linguistic experience and the “Perceptual Magnet Effect”. In Strange, W. (Ed.). *Speech Perception and Linguistic Experience : Issues in Cross-Language Research*. York Press, Baltimore, 121-154.
- Kuhl, P. K. (2000). A new view of language acquisition. , 97, 22, 11850-11857.
- Kuhl, P. K., Stevens, E., Hayashi, A., Deguchi, T., Kiritani, S. & Iverson, P. (2006). Infants show a facilitation effect for native language phonetic perception between 6 and 12 months. *Developmental Science*, 9, F13-F21.
- Kuhl, P. K., Williams, K. A., Lacerda, F., Stevens, K. N. & Lindblom, B. (1992). Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science*, 255, 606-608.
- Labov, W. (1976). *Sociolinguistique*. Paris : Minuit.
- Lacau St Guily, J. & Roubeau, B. (1984). Voies nerveuses et physiologie de la phonation. *Instantanés médicaux, encyclopédie médico-chirurgicale*. EMC : Editions Techniques.
- Ladefoged, P. (2001). *Vowels and consonants : an introduction to the sounds of languages*. Oxford : Blackwell.
- Ladefoged, P. & Maddieson, I. (1990). Vowels of the World's Languages. *Journal of Phonetics*, 80, 93-122.
- Lado, R. (1957). *Linguistics across cultures : applied linguistics for language teachers*. University of Michigan : Press : Ann Arbor.
- Lado, R. (1964). *Language teaching : a scientific approach*. New-York : McGraw-Hill.

- Lalain, M., Demolin, D., Habib, M., Nguyen, N. & Teston, B. (2000). Particularités articulatoires de la dyslexie développementale phonologique. *XXIII^{èmes} Journées d'Étude sur la Parole*, Aussois, 405-408.
- Lalevée, C. (2010). *Développement du contrôle moteur de la parole : une étude longitudinale d'un enfant francophone âgé de 7 à 16 mois, à partir d'un corpus audio-visuel*. Thèse de doctorat de l'Université Stendhal - Grenoble 3.
- Lamb, S.J. & Gregory, A.H. (1993). The relationship between music and reading in beginning readers. *Educational Psychology*, 13, 19-26.
- Lambert, M. (2008). Aborder le chant en anglais avec les neurosciences. Paroles et Musique. *Les Langues Modernes*, 4, 61-68.
- Lamesch, S. (2010). *Mécanismes laryngés et voyelles en voix chantée. Dynamique vocale, phonétogrammes de paramètres acoustiques et spectraux, transitions de mécanismes*. Thèse de doctorat de l'Université Paris 6.
- Landercy, A. & Renard, R. (1977). *Éléments de phonétique*. Bruxelles : Didier.
- Lane, H. & Tranel, B. (1971). The Lombard sign and the role of hearing in speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 14, 677-709.
- Lapaire, J.-R. (2006). *La grammaire anglaise en mouvement*. Paris : Hachette
- Lapaire, J.-R. & Etcheto, P. (2010). Grammaire et expression corporelle. Pratiques artistiques et pratiques langagières : quelle synergie ? *Les Langues Modernes*, 2, 2-9.
- Lapointe, M.-J. (2006). L'apport du chant dans la thérapie auprès de l'enfant bègue. *Actes du X^{ème} Colloque des étudiants en sciences du langage*, 4, 4-18.
- Lattuca, L. R., Voight, L. J. & Fath, K. Q. (2004). Does interdisciplinarity promote learning? Theoretical support and researchable questions. *The Review of Higher Education*, 28, 1, 23-48.
- Lauret, B. (2007). *Enseigner la prononciation du français : questions et outils*. Paris : Hachette.
- Leanderson, R., Sundberg, J. & Von Euler, C. (1987). Role of diaphragmatic activity during singing : a study of transdiaphragmatic pressures. *Journal of Applied Physiology*, 62, 1, 259-270.
- Lecanuet, J. P., Granier-Deferre, C., DeCasper, A. J., Maugeais, R., Andrieu, A. J. & Busnel, M. C. (1987). Fetal perception and discrimination of speech stimuli; demonstration by cardiac reactivity; preliminary results. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série III, Sciences de la vie*, 305, 5, 161-164.
- Lecoq, A. & Suchaut, B. (2012). *L'influence de la musique sur les capacités cognitives et les apprentissages des élèves en maternelle et au cours préparatoire*. Note de synthèse. IREDU-CNRS et Université de Bourgogne.
- Lecours, A. R & Lhermitte, F. (1979). *Aphasies*. Paris : Flammarion.
- Legendre, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Montréal : Guérin.
- Lehiste, I. (1970) *Suprasegmentals*. Cambridge, Massachussets : MIT Press.
- *Le Huche, F. & Allali, A. [1991] (2001). *La Voix. Anatomie et Physiologie des organes de la voix et de la parole*, 1. Paris : Masson.
- Lelong, A. (2012). *Convergence phonétique en interaction*. Thèse de doctorat de l'Université de Grenoble.
- Lemarquis, P. (2013). *Sérénade pour un cerveau musicien*. Paris : Odile Jacob.
- Lenneberg, E. H. (1967), *Biological foundations of language*. New-York : Wiley.
- Léon, P. (2000). *Phonétisme et prononciations du français* (4^{ème} édition). Paris : Nathan.
- Léon, M. (2003). *Exercices systématiques de prononciation française*. Paris : Hachette FLE.
- Léon, P. (2007). *Phonétisme et prononciation du français* (6^{ème} édition). Paris : Armand Colin.

- Léon, P. & Léon, M. (1997). *La prononciation du français*. Paris : Nathan.
- Léon, P. L., Thomas, A., Léon, F. & Léon, M. (2009). *Phonétique du FLE - Prononciation : de la lettre au son*. Paris : Armand Colin.
- Léon-Henri, D. D. P. (2012). Teaching foreign languages through the analysis of film and television series : English for legal purposes. *Recherche et pratiques pédagogiques en langues de spécialité*, 21, 2, 126-139.
- Le Saget, B. (1998). Pour une interdisciplinarité français-EPS. *Nouvelle Revue Pédagogique*, 9, 17-23.
- Lessard, A. & Bolduc, J. (2011). Links between musical learning and reading for first to third grade students : A literature review. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1, 7, 109-118.
- Leutenegger, R. R., Mueller, T. H. & Wershow, I. [1963] (1965). Auditory factors in foreign language acquisition. *Modern Language Journal*, 49, 22- 31.
- Lévêque, Y. (2012). *Le lien perception-production en voix chantée : rôle des représentations motrices*. Thèse de doctorat de l'Université d'Aix-en-Provence.
- Levy, E. S. (2009). Language experience and consonantal context effects on perceptual assimilation of French vowels by American-English learners of French. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125, 2, 1138-1152.
- Lhote, E. (1987). À la découverte des paysages sonores des langues. Paris : Les Belles lettres, 1. *Annales littéraires de l'Université de Besançon*.
- Lhote, E. (1995). *Enseigner l'oral en interaction : Percevoir, écouter, comprendre*. Paris : Hachette.
- Liberman, A. M., Harris, K. S., Hoffman, H. S. & Griffith, B. C. (1957). The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries. *Journal of Experimental Psychology*, 54, 358-368.
- Liberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. P. & Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological review*, 74, 6, 431-461.
- Liberman, I. Y. & Mattingly, I. G. (1985). The motor theory of speech perception revised. *Cognition*, 21, 1-36.
- Lidji, P. (2008). *Musique et langage : Spécificités, Interactions et Associations spatiales*. Thèse de doctorat de l'Université Libre de Bruxelles et Département de Psychologie. Faculté des Arts et des Sciences. Université de Montréal.
- Liégeois-Chauvel, C., Peretz, I., Babai, M., Laguitton, V. & Chauvel, P. (1998). Contribution of different cortical areas in the temporal lobes to music processing. *Brain*, 121, 1853-1867.
- Liénard, J-S. (1972). *Analyse, synthèse et reconnaissance automatique de la parole*. Thèse d'état es-sciences appliquées, université Paris 6.
- Liénard, J. S. & Di Benedetto, M. G. (1998). Effect of vocal effort on spectral properties of vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106, 1, 411-422.
- Liljencrants, J. & Lindblom, B. (1972). Numerical simulation of vowel quality systems : the role of perceptual contrast. *Language*, 48, 4, 839-862.
- Lin, X. & Simske, S. (2004). Phoneme-less hierarchical accent classification. *Proceedings of Thirty-Eighth Asilomar Conference on Signals*, 1-4.
- Lindblom, B. (1963). Spectrographic study of vowel reduction. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 35, 1773-1781.
- Lindblom, B. (1986). Phonetic universals in vowel systems. In Ohala, J. & J. Jaeger. (Eds). *Experimental Phonology*. New-York : Academic Press.

- Lindblom, B. (1990a). Explaining phonetic variation : a sketch of the H&H theory. In Hardcastle, W. J. & A. Marchal (Eds.). *Speech production and speech modelling*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 403-439.
- Lindblom, B. (1990b). Models of phonetic variation and selection. *PERILUS*, 11, 65-100.
- Lindblom, B. & Lubker, J. (1985) The Speech Homonculus : A problem of phonetic linguistics. *Phonetic Linguistics*. In V. A. Fromkin (Ed.). Academic Press : Orlando, Florida, 169-192.
- Lindblom, B. & Studdert-Kennedy, M. (1967). On the role of formant transitions in vowel recognition. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 30, 693-703.
- Lindholm, J. M., Dorman, M. F., Taylor, B. & Hannley, M. (1988). Stimulus factors influencing the identification of voiced stop consonants by normal hearing and hearing impaired listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 83, 4, 1608-1614.
- Liu, F., Patel, A. D., Fourcin, A. & Stewart, L. (2010). Intonation processing in congenital amusia : discrimination, identification, and imitation. *Brain*, 133, 1682-1693.
- Lively, S. E., Pisoni, D. B., Yamada, R. A., Tohkura, Y. & Yamada, T. (1994). Training Japanese listeners to identify English /r/ and /l/. III. Long-term retention of new phonetic categories. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 96, 4, 2076-2087.
- Llorca, R. (1995). Théâtre rythmique : pratique de groupe pour l'entraînement de la mémoire sensorielle. La didactique au quotidien. *Le Français dans le Monde : Recherches et applications*, 231-237.
- Lombard, E. (1911). Le signe de l'élévation de la voix. *Annales des maladies de l'oreille et du larynx*, 37, 101-119.
- Lorenzetti, L. (2002). *L'italiano contemporaneo*. [L'italien contemporain] Roma : Carocci.
- Lowe, A. S. (1995). *The effect of the incorporation of music learning into the second language classroom on the mutual reinforcement of music and language*. Unpublished Doctoral Dissertation. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Lowe, A. (1998). L'intégration de la musique et du français au programme d'immersion française : Avantages pour l'apprentissage des deux matières. *Revue des sciences de l'éducation*, 24, 3, 621-646.
- Lowe, A. (2002). Recherche collaborative musique/arts/langue en milieu linguistique minoritaire : Apprentissage interdisciplinaire et développement de l'identité. *Revue canadienne de linguistique appliquée*, 5, 1-2, 93-116.
- Lowie, W. & Bultena, S. (2007). Articulatory settings and the dynamics of second language speech production. *Proceedings of the Phonetics Teaching and Learning Conference (PTLC)*. University of Groningen.
- Lozanov, G. (1978). *Suggestology and Outlines of Suggestopedy*. New-York : Gordon and Breach.
- Luria, A. R., Tsvetkova, L. S. & Futer, J. C. (1965). Aphasia in a composer. *Journal of the Neurological Sciences*, 2, 3, 288-292.
- Lyche, C. & Skattum, I. (2010). Le rôle de la L1 dans le français du Mali : une étude perceptive. In Neveu, F., Muni Toke, V., Durand, J., Klingler, T., Mondada, L., & D. Prévost (Eds.). *Actes du 2° Congrès Mondial de Linguistique Française*. EDP Sciences. Paris : Institut de Linguistique Française, 1913-1926.
- Mackey, W. (1976). *Bilinguisme et contact des langues*. Paris : Klincksieck.
- Maclean, P. D. (1962). New finding relevant to the evolution of psychosexual functions of the brain. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 135, 4, 289-301.

- Maclean, P. D. & Guyot, R. (1997). *Les trois cerveaux de l'homme. Trois cerveaux hérités de l'évolution coexistent difficilement sous le crâne humain*. Paris : Robert Laffont.
- Macmillan, J. (2004). Feature music and dyslexia. *ISM Music Journal*, 145-149.
- MacNeilage, P. F. (1998). The frame/content theory of evolution of speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 499-511.
- Maddieson, I. (1984). *Patterns of sounds*. Cambridge studies in speech science and communication. Cambridge : Cambridge University Press.
- Maddieson, I. & Precoda, K. (1989). Updating UPSID. *UCLA WPP*, 74, 104-111.
- Magne, C., Schön, D. & Besson, M. (2004). The music of speech : Electrophysiological study of pitch perception in language and music. *Psychophysiology*, 41, 341-349.
- Magne, C., Schön, D. & Besson, M. (2006). Musician children detect pitch violations in both music and language better than non-musician children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 199-211.
- Magnen, C., Billières, M. & Gaillard, P. (2005). Surdit  phonologique et catégorisation. Perception des voyelles françaises par les hispanophones. *Revue Parole*, 33, 9-34.
- Maître, R. (2003). La Suisse romande dilalique. *Vox romanica*, 62, 170-181.
- Major, R. C. (2001). *Foreign accent : The ontogeny and phylogeny of second language phonology*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Malécot, A. & Lindsay, P. (1976). The neutralization of ʔ  / - /   / in French. *Phonetica*, 33, 1, 45-61.
- Malek, A. (2009).  l ments d'approche sociolinguistique des déclencheurs de l'alternance codique chez les étudiants de l'Universit  de Mostaganem. *Synergies Algérie*, 4, 47-56.
- Malmberg, B. (1971). *Phonétique générale et romane. Etudes en allemand, anglais, espagnol et français*. Paris/Den Haag : Mouton.
- Manco, F. (2006). *La Prononciation du français langue étrangère et la dialectologie italienne : interférence de systèmes phonétiques spécifiques*. D.S.R. Universit  Stendhal - Grenoble 3.
- Mannes, E. (2011). *The Power of Music : pioneering discoveries in the new science of song*. Walker Books & company/Bloomsbury : USA.
- *Mantakas, M. (1989). *Application du second formant effectif F'2 à l'étude de l'opposition d'arrondissement des voyelles antérieures du français*. Thèse de doctorat de l'Universit  INP Grenoble.
- Marchal, A. (2011). *Précis de physiologie de la production de la parole*. Marseille : SOLAL.
- Marean, C. G., Werner L. A. & Kuhl, P. K. (1992). Vowel categorization by very young infants. *Development Psychology*, 28, 396-405.
- Margherita, I. L. (2012). La réduction vocalique dans la variété salentine d'italien. *CORELA - Numéros thématiques. RJC Cotexte, contexte, situation*. [En ligne]. Disponible sur : <http://corela.edel.univ-poitiers.fr/index.php/%20http://fonts.googleapis.com/players/players/index.php?id=2510>. (Consulté le 12 avril 2014).
- Marini-Maio N. & Ryan-Scheutz C. (Ed.) (2010). *Set the stage ! Teaching Italian through theater. Theories, methods, and practices*. New Haven, London : Yale University Press.
- Marler, P. (1970). Bird song and speech development : Could there be parallels ? *American Scientist*, 58, 669-673.

- Marques, C., Moreno, S., Castro, S. L. & Besson, M. (2007). Musicians detect pitch violation in a foreign language better than non-musicians : Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 1453-1463.
- Martin, C. L. & Tresallet, É. (1999). *30 phonèmes en 30 chansons : GS-CP*. Paris : Retz.
- Martinet, A. [1985] (1997). *Syntaxe Générale*. Paris : Armand Collin. Collection U.
- Maspero, M. & Fonio, F. (*in press* pour 2015). Les pratiques artistiques dans l'apprentissage des langues : témoignages, enjeux, perspectives, *Lidil*, 52.
- MATLAB 8.0 and Statistics Toolbox 8.1 (Release 2012b). The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, United States.
- Mauger, G. (1953). *Cours de langue et de civilisation française*. Niveau II. Paris : Hachette.
- Maury, C. (2012). L'intégration du cinéma hollywoodien en classe de langue : réflexions sur quelques points de convergence disciplinaires, *Recherche et pratiques pédagogiques en langues de spécialité*, XXXI, 2, 26-43.
- McDougall, K. (2006). Dynamic features of speech and characterization of speakers : towards a new approach using formant frequencies. *Speech Language and the Law*, 13, 89-126
- Mehler, J., Dupoux, E., Pallier, C. & Dehaene-Lambertz, G. (1994). Cross-linguistic approaches to speech processing. *Current Opinion in Neurobiology*, 4, 2, 171-176.
- Mehrotra, R. R. (2003). Borrowing, code-mixing and code-switching : sociolinguistic constraints. *International Journal of Dravidian Linguistics*, 32, 189-196.
- Ménard, L. (2002). *Production et perception des voyelles au cours de la croissance du conduit vocal : variabilité, invariance et normalisation*. Thèse de doctorat de l'Université Stendhal - Grenoble 3.
- Ménard, L., Schwartz, J.-L., Boë, L.-J., Kandel, S. & Vallée, N. (2001). Perceptual identification and normalization of synthesized French vowels from birth to adulthood. *Eurospeech*, 164-167.
- Meunier, C. (2001), Le traitement de la variabilité dans la parole. Aspects théoriques et méthodologiques. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage*, 20, 69-90.
- Meunier C. & Floccia, C. (1997). La spécificité des types de parole pour la perception de la voyelle. *Actes des Journées d'Etudes Linguistiques. La voyelle dans tous ses états*, 158-163.
- Meunier C. & Floccia, C. (1999). Syllabe ou mot : quelle unité permet d'identifier les catégories phonétiques ? *Actes des Journées d'Etudes Linguistiques « Syllabes »*. Nantes, France, 87-92.
- Meunier, C., Frenck-Mester, C., Lelekov-Boissard, T. & Le Besnerais, M. (2003). Production and perception of vowels : does the density of the system play a role? *ICPhS*, 723-726.
- Meunier, C., Frenck-Mestre, C., Lelekov-Boissard, T. & Le Besnerais, M. (2004). La perception des systèmes vocaliques étrangers : une étude inter-langues. *Actes des XX^{èmes} Journées d'Étude sur la Parole*, Fès, 377-380.
- Meunier, C., Espesser, R. & Frenck-Mestre, C. (2006). Aspects phonologique et dynamique de la distinctivité au sein des systèmes vocaliques : une étude inter-langue. *Actes des XXI^{èmes} Journées d'Étude sur la Parole*, Dinard, 333-336.
- Meyer, J. (2005). *Description typologique et intelligibilité des langues sifflées, approche linguistique et bioacoustique*. Thèse de doctorat de l'Université Lyon 2.
- Meyer-Dreux, S., Durand, R., Harris, H., Le Gal, S. & Lopes, M.-J. (2003). *Fluo 1*. Paris : Création Loisirs Enseignement International.

- Meynadier, Y. (2001), La syllabe phonétique et phonologique : une introduction. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage*, 20, 91-148.
- Milner, B. (1962). *Laterally effects in audition in interhemispheric relations and cerebral dominance*. V. Mountcastle. Baltimore Johns Hopkins University Press.
- Milner, J.-C. & Regnault, F. (1987). *Dire le vers*. Lagrasse : Verdier Poche.
- Mingat, A. & Suchaut, B. (1994). Evaluation d'une expérimentation d'activités musicales en grande section maternelle : effets transversaux sur les acquisitions scolaires en lecture et en mathématiques au cours préparatoire. *Cahier de l'IREDU*, 56. Dijon.
- Ministère de la jeunesse, de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. (1999). *Bulletin officiel hors-série n°8 du 21 octobre 1999 : les langages, priorité de l'école maternelle*. Paris : Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. [En ligne]. Disponible sur <http://www.education.gouv.fr/bo/1999/hs8/default.htm>. (Consulté le 08 février 2011).
- Ministère de la jeunesse, de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. (2002). *Le chant dans la classe et dans l'école*. Les arts à l'école primaire. Document d'application des nouveaux programmes. Direction de l'enseignement scolaire. Paris : Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. [En ligne]. Disponible sur <http://www.snuipp.fr/IMG/pdf/musique-docap.pdf>. (Consulté le 23 avril 2013).
- Ministère de la jeunesse, de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. (2008). *Bulletin officiel hors-série n°3 du 19 juin 2008 : Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire*. Paris : Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. [En ligne]. Disponible sur : <ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2008/hs3/hs3.pdf>. (Consulté le 11 mars 2011).
- Mioni, A. M. (1973). *Fonematica contrastiva*. [Phonématique comparative] Bologna : Patron.
- Mioni, A. M. (1996). Fonetica e fonologia. [Phonétique et phonologie] In Sobrero, A.A. (Ed.). *Introduzione all'italiano contemporaneo. Le strutture*. [Introduction à l'italien contemporain. Les structures] Roma-Bari : Laterza, 101-139.
- Mithen, S. (2005). *The singing Neanderthals : the origins of music, language, mind and body*. London : Weidenfeld and Nicolson.
- Miras, G. (2013). Enseigner/apprendre la prononciation autrement : une approche psychosociale musique-parole. *Les Cahiers de l'Acedle*, 10, 1, 49-80.
- Mitchell, R. & Myles, F. (1998). *Second language learning theories*. London : Arnold.
- Moelants, D., Styns, F. & Leman, M. (2006). Pitch and tempo precision in the reproduction of familiar songs. *Proceedings of ICPMC10 (of the tenth International Conference on Music Perception and Cognition)*. Bologne, 1553-1560.
- Mohamed, E. E. H. (2008). Théâtre et enseignement du français langue étrangère. Didactique des langues et des cultures, langues, cultures et apprentissages. *Synergies Algérie*, 2, 177-184.
- Mohanty, B. & Hejmadi, A. (1992). Effects of intervention training on some cognitive abilities of preschool children. *Psychological Studies*, 37, 31-37.
- Monnin, J. (2010). *Influence de la langue ambiante sur l'acquisition phonologique : une comparaison du français et du drehu*. Thèse de doctorat de l'Université Stendhal - Grenoble 3 et de l'UNC.

- Montagu, J. (2007). *Analyse acoustique et perceptive des voyelles nasales et nasalisées du français parisien*. Thèse de doctorat de l'Université de la Sorbonne Nouvelle.
- Moon, S. and Lindblom, B. (1994). Interaction between duration, context, and speaking style in English stressed vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 96, 40-55.
- Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E.G., Cepeda, N.J. & Chau, T. (2011). Short-term music training enhances verbal intelligence and executive function. *Psychological Science*, 22, 1425-1433.
- Morgan, C. (2003). *Musical aptitude and second-language phonetics learning : implications for teaching methodology*. Unpublished Ph.D Thesis. M. A. University of British Columbia.
- *Morgon, A., Lafon, J. C. & Prelot, J. P. (1964). Le contrôle audio-phonatoire. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 16, 3, 193-200.
- Mori, L. (2007). *Fonetica dell'italiano L2. Un'indagine sperimentale sulla variazione nell'interlingua dei marocchini*. [Phonétique de l'italien L2. Une enquête expérimentale sur la variation dans l'interlangue des marocains.] Roma : Carocci.
- Mori, N. (2010). Effects of singing on the vocabulary acquisition of university Japanese foreign language students. *Proceedings of the 25th Annual Conference of the Southeastern Association of Teachers of Japanese (SEATJ)*, 112-121.
- Mori, N. (2011). Effects of singing on the vocabulary acquisition of university Japanese foreign language students : further results. *Proceedings of the 25th Conference of the Japanese Language Teachers Association of New England (JLTANE)*. New Haven, CT, 1.
- Mori, N. (2011). Effects of singing on the vocabulary acquisition of university Japanese foreign language students. Unpublished PhD thesis. University of Kansas.
- Moritz, C., Yampolsky, S., Papadelis, G., Thomson, J. & Wolf, M. (2012). Rhythm skills and phonological awareness in kindergarten and 2nd grade : Links between skills and improvements in kindergarten associated with music training. *Reading and Writing, an interdisciplinary Journal*. Springer Netherlands.
- Morris, D. C., Bransford, J. D. & Franks, J. J. (1977). Levels of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 519-533.
- Muller-Jaecki, M.-P. (2010). Entre danse contemporaine et langues vivantes : la "performance". Pratiques artistiques et pratiques langagières : quelle synergie ? *Les Langues Modernes*, 2, 54-65.
- Muñoz, C. & Singleton, D. (2007). Foreign accent in advanced learners : Two successful profiles. *The EUROSLA Yearbook*, 7, 171-190.
- Muñoz Garcia, M. & Panissal, N. (2010). Quelle place accorder à la prosodie dans l'enseignement de l'espagnol pour des francophones. Phonétique, phonologie et enseignement des langues de spécialité, 2. *Cahiers de l'APLIUT*, XXIX, 3, 66-80.
- Murphey, T. (1990). The Song Stuck in My Head Phenomenon : A Melodic Din in the LAD ? *System*, 18, 53-64.
- Musescore 1.1. (2002-2012). Éditeur de partitions gratuit et libre. Sous licence Creative Commons Attribution 3.0. Werner Schweer et autres contributeurs [En ligne] Disponible sur : <http://musescore.org>.
- Narmour, E. (1990). *The analysis and cognition of basic melodic structures : the implication-realization model*. Chicago : University of Chicago Press.

- Nattiez, J. J. & Dunsby, J. M. (1977). Fondements d'une sémiologie de la musique. *Perspectives of New Music*, 15, 2, 226-233.
- Nazzi, T., Bertoncini, J. & Mehle, J. (1998). Language discrimination by newborns : Toward an understanding of the role of rhythm. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 24, 756-766.
- Nazzi, T., Floccia, C. & Bertoncini, J. (1998). Discrimination of pitch contours by neonates. *Infant Behaviour and Development*, 21, 4, 779-784.
- Neville, H., Andersson, A., Bagdade, O., Bell, T., Currin, J., Fanning, J., Heidenreich, L., Klein, S., Lauinger, B., Pakula, E., Paulsen, D., Sabourin, L., Stevens, C., Sundborg, S. & Yamada, Y. (2009). How can musical training improve cognition ? In Dehaene, S. & C. Petit (Eds.). *The Origins of human dialog : Speech and music*. Paris : Odile Jacob, 277-290.
- Newham, P. (1995–1996). Making a song and dance : the musical voice of language. *The Journal of Imagination In Language Learning*, 3, 70-80. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.coreilimagination.com/Books.html>. (Consulté le 11 février 2013).
- Newport, E.L. (1990). Maturation constraints on language learning. *Cognitive Science*, 14, 11-28.
- Newport, E.L. (2002). Critical periods in language development. In Nadel, L. (Ed.). *Encyclopedia of Cognitive Science*. London : MacMillan Publishers Ltd./Nature Publishing Group.
- Nguyen, N. (2005). Invariants et variabilité en phonétique. In Nguyen, N., Wauquier-Gravelines, S. & J. Durand (Eds.). *Phonologie et phonétique : Forme et substance*, 349-374. Paris : Hermès.
- Nguyen, N. (2005). La perception de la parole. In Nguyen, N., Wauquier-Gravelines, S. & J. Durand (Eds.). *Phonologie et phonétique : Forme et substance*, 425-447. Paris : Hermès.
- Nicholson, D. L. (1972). *Music as an aid to learning*. Unpublished Doctoral dissertation. New-York University.
- Nicolaidis, K. (2003). Acoustic variability of vowels in Greek spontaneous speech. *Proceedings of 15th ICPhS*, 2-4.
- Nicollas, R., Garrel, R., Ouaknine, M., Giovanni, A., Nazarian, B. & Triglia, J.M. (2008). Normal voice in children between 6 and 12 years of age : database and nonlinear analysis. *Journal of Voice*, 22, 6, 671-675.
- Nikou, T. (2008). La chanson, moyen d'enseignement à visée interculturelle. Paroles et musique. *Les Langues Modernes*, 4, 102, 2-4.
- Nobile, L. (2008). The grammatical monophonemes of standard Italian. *Cognitive Philology*, 1. Université di Roma.
- Odlin, T. (1989). *Language transfer : cross-linguistic influence in language learning*. Cambridge, MA : Cambridge University Press.
- Ohala, J. J. (1996). Speech perception is hearing sounds, not tongues. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 99, 1718-1725.
- Orosanu, L., Jouvett, D., Fohr, D., Illina, I. & Bonneau, I. (2012). Détection de transcriptions incorrectes de parole non-native dans le cadre de l'apprentissage de langues étrangères. In Besacier, L., Lecouteux, B. & G. Sérasset (Eds.). *Proceedings of the XXIX^{èmes} Journées d'Étude de la Parole* (Joint Conference JEP-TALN-RECITAL), 1. Grenoble : ATALA/AFCP, 409–416.
- Oyama, S. (1976). A sensitive period for the acquisition of a nonnative phonological system. *Journal of Psycholinguistic Research*, 5, 3, 261-283.

- Pagniez-Delbart, T. (1990). *À l'écoute des Sons*. Paris : Création Loisirs Enseignement International.
- Paire-Ficout, L, Colin, S., Magnan, A. & Ecalte, J. (2003). Les habiletés phonologiques chez des enfants sourds prélecteurs. *Revue de Neuropsychologie*, 13, 237-262.
- Pallier, C., Bosch, L. & Sebastian-Gallés, N. (1997). A limit on behavioral plasticity in speech perception. *Cognition*, 64, 3, 9-17.
- Pallier, C., Christophe, A. & Mehler, J. (1997). Language-specific listening. *Trends in cognitive science*, 1, 129-132.
- Pallier, C., Dehaene, S., Poline, B., LeBihan, D., Argenti, A. M., Dupoux, E. & Mehler, J. (2003). Brain imaging of language plasticity in adopted adults : can a second language replace the first ? *Cereb Cortex*, 13, 2, 155-161.
- Pasquier, R. & Schreiber, D. (2007). De l'interdiscipline à l'indiscipline. Et retour ? *Labyrinthe*, 27, 91-108.
- Patel, A. D. (2003). Language, music, syntax and the brain. *Nature Neuroscience*, 6, 7, 674-681.
- Patel, A. D. [2008] (2010). *Music, language, and the brain*. New-York : Oxford University Press.
- Patel, A. D. & Daniele, J. R. (2003). An empirical comparison of rhythm in language and music. *Cognition*, 87, 36-45.
- Pedoya-Guimbretiere, É. (1988). La phonétique, une épine dans le champ de la didactique. *Reflète*, 26 : 18-20.
- Pelosse, C. (2008). Poèmes, chansons et parodies : pistes d'exploitation pédagogique. Paroles et musique. *Les Langues Modernes*, 4, 102, 39-42.
- Pennock Speck, B. (2002). *Markedness and Naturalness in the Acquisition of Phonology*, RODERIC | Repositorio de contenido libre. [En ligne] Disponible sur : <http://www.temoa.info/node/111154>. (Consulté le 24 mai 2014).
- Peperkamp, S. (2007). La perception de la parole et l'acquisition de la phonologie. *Rééducation orthophonique*, 45, 229. Fédération nationale des orthophonistes. Paris : France, 3-16.
- Pepiot, E. (2013). *Voix de femmes, voix d'hommes : différences acoustiques, identification du genre par la voix et implications psycholinguistiques chez les locuteurs anglophones et francophones*. Thèse de doctorat de l'Université Paris 8.
- Perdue, C. & Gaonac'h, D. (2000). Acquisition des langues secondes. In Kail, M. & M. Fayol (Eds.). *L'acquisition du langage. Le langage en développement. Au-delà de trois ans*. Paris : Presses Universitaires de France, 215-246.
- Peretz, I. (1990) Processing of local and global musical information in unilateral brain-damaged patients. *Brain*, 113, 1185-1205.
- Peretz, I. (1993) Auditory atonalia for melodies. *Cognitive Neuropsychology*, 10, 21-56.
- Peretz, I. (2001) Brain specialization for music : new evidence from congenital amusia. *Biological foundations of music*. Annals of the New-York Academy of Sciences, 930, 153-165.
- Peretz, I. (2002). Brain specialization for music. *The Neuroscientist*, 8, 372-380.
- Peretz, I., Belleville, S. & Fontaine, S. (1997). Dissociations entre musique et langage après atteinte cérébrale : un nouveau cas d'amusie sans aphasie. *Canadian journal of experimental psychology*, 51, 4, 354-367.
- Peretz, I. & Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*, 6, 7, 688-691.
- Peretz, I., Gagnon, L. & Bouchard, B. (1998) Music and emotion : perceptual determinants, immediacy and isolation after brain damage. *Cognition*, 68, 111-141.

- Peretz, I., Gagnon, L., Hébert, S. & Macoir, J. (2004). Singing in the brain : Insights from cognitive neuropsychology. *Music Perception*, 21, 3, 373-390.
- Peretz, I., Gaudreau, D. & Bonnel, A.-M. (1998). Exposure effects on music preference and recognition. *Memory and Cognition*, 26, 5, 884-902.
- Peretz, I. & Hyde, K. L. (2003). What is specific to music processing? Insights from congenital amusia. *Trends in cognitive sciences*, 7, 8, 362-367.
- Peretz, I., Kolinsky, R., Tramo, M., Labrecque, R., Hublet, C., Demeurisse G. & Belleville, S. (1994). Functional dissociations following bilateral lesions of auditory cortex. *Brain*, 117, 1283-1302.
- Peretz, I., Nguyen, S. & Cummings, S. (2011). Tone language fluency impairs pitch discrimination. *Frontiers of Psychology*, 2, 145.
- Perkell, J. S. & Klatt, D. (1986). *Invariance and variability in speech processes*. London : LEA.
- Perrier, P. (2005). Control and representations in speech production. *ZAS Papers in Linguistics*, 40, 109-132.
- Perrier, P., Loevenbruck, H. & Payant, Y. (1996). Control of tongue movements in speech : The Equilibrium Point hypothesis perspective. *Journal of Phonetics*, 24, 53-75.
- Pettersen, V. (2005). *From muscles to singing : the activity of accessory breathing muscles and thorax movement in classical singing*. Thèse de doctorat de la Norwegian University of Science and Technology.
- Piazzoli, E C. (2012). Drama and film aesthetics for additional language teaching. In Winston, J. (Ed.). *Second Language Learning Through Drama. Practical Techniques and Applications*. London : New-York, Routledge, 134-148.
- Pillot, C. (2004). *Sur l'efficacité vocale dans le chant lyrique. Aspects physiologiques, cognitif, acoustique et perceptif*. Thèse de doctorat de l'Université Paris 3.
- Pimsleur, P., Stockwell, R. P. & Comrey, A. L. (1962). Foreign language learning ability. *Journal of Educational Psychology*, 53, 15-26.
- Pineau, G. (2007). *Des chansons pour parler mieux*. Mémoire de Master 2 non publié. Université Stendhal - Grenoble 3.
- Ping, T.T. (2008). *Automatic speech recognition for non native speakers*. Thèse de doctorat de l'Université Joseph Fourier Grenoble 1.
- Piquet, M. & Denisot, H. (2002a). *Tatou le matou, 1 : méthode pour l'enseignement du français langue étrangère aux jeunes enfants*. Paris : Hachette FLE.
- Piquet, M. & Denisot, H. (2002b). *Tatou le matou, 1 : méthode pour l'enseignement du français langue étrangère aux jeunes enfants,, guide pédagogique*, Paris : Hachette FLE.
- Poliquin, G. (1988). *La chanson et la correction phonétique*. Québec : Centre international de recherches sur le bilinguisme-CIRB. Université de Laval.
- Polivanov, E. D. (1931). La perception des sons d'une langue étrangère. *Travaux du Cercle Linguistique de Prague*, 4, 79-96.
- Polka, L. & Werker, J. F. (1994). Developmental changes in perception of nonnative vowel contrasts. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 20, 2, 421-435.
- Pop, S. (1950). *La dialectologie : aperçu historique et méthodes d'enquêtes linguistique*. Louvain : Gemblout.
- Popet, A. & Herman-Bredel, J. (2002). *Le Conte et l'apprentissage de la langue*. Paris : Retz.
- Popet, A. & Roques, É. (2000). *Le Conte au service de la langue, cycle 2 – cycle 3*. Paris : Retz.

- Porquier, R. & Py, B. (2004). *Apprentissage d'une langue étrangère : contextes et discours*. Paris : Didier.
- Prieto, P. (2000). Vowel lengthening in Milanese. In Repetti, L. *Phonological Theory and the Dialects of Italy. Current Issues of Linguistic Theory*, 212. John Benjamins Publishing Company, 25-273.
- Pugliese, R. & Villa, V. (2013). Contraintes et tensions sociolinguistiques en Italie, pays d'immigration. In *Glottopol*, 21. Lieux de ségrégation sociale et urbaine : tensions linguistiques et didactiques ? , 43-57.
- Purcell, E. & Suter, R. (1980). Predictors of pronunciation accuracy : A reexamination. *Language Learning*, 30, 271-287.
- Puren, C. (1988). *Histoire des méthodologies de l'enseignement des langues*. Paris : Nathan-Création Loisirs Enseignement International.
- Racette, A., Bard, C. & Peretz, I. (2006). Making non-fluent aphasics speak : sing along ! *Brain*, 129, 10, 2571-2584.
- Racette A. & Peretz I. (2007). Learning lyrics : To sing or not to sing ?. *Memory et Cognition*, 35, 242-253.
- Rainey, D. W. & Larsen, D. (2002). The effects of familiar melodies on initial learning and long-term memory for unconnected text. *Music Perception*, 20, 2, 173-186.
- Rauschecker, J.P. (2011). An expanded role for the dorsal auditory pathway in sensorimotor control and integration. *Hearing Research*, 271, 16-25.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Levine, L. J., Ky, K. N. & Wright, E. L. (1994). *Music and spatial task performance : a causal relationship*. University of California, Irvine. Eric L. Wright Irvine Conservatory of Music. American Psychological Association 102nd Annual Convention. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.burchschool.com/musicstf.html>. (Consulté le 11 novembre 2012).
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Levine, L. J., Wright, E. L., Dennis, W. R. & Newcomb, R. L. (1997). Music training causes long-term enhancement of pre-school children's spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 19, 1, 1-8.
- Rauscher, F. H. & Zupan, M. A. (1999). Classroom keyboard instruction improves kindergarten children's spatial-temporal performance : A field study. *Early Childhood Research Quarterly*, 215-228.
- Register, D. (2001). The effects of an early intervention music curriculum on prereading/writing. *Journal of music therapy*, 38, 3, 239-248.
- Renard, R. (1971). *Introduction à la méthode verbo-tonale de correction phonétique*. Paris : Didier.
- Renard, R. (1979). *Introduction à la méthode verbo-tonale de correction phonétique*. Troisième édition entièrement refondue. Bruxelles-Centre International de Phonétique Appliquée- Mons : Didier.
- Renard, R. (1989). *La méthode verbo-tonale de correction phonétique*. Paris, Didier-Erudition.
- Renard, R. (2002). *Apprentissage d'une langue étrangère seconde. La phonétique verbo-tonale*. Bruxelles : De Boeck Université.
- Resmond-Wenz, É. (2008). *Rimes et comptines. Une autre voix*. Ramonville Saint-Agne : Erès.
- Revel, E. (1994). Interdisciplinarité : Français-Arts plastiques. *Nouvelle Revue Pédagogique*, 8, 33-36.
- *Reynolds, C. R. & Kamphaus, R. W. (1992). *Behavior assessment system for children*. Circle Pines, MN : American Guidance Service.
- Rialland, A. (2003). A new perspective on Silbo Gomero. In Solé, M.-J., Recasens, D. & J. Romero (Eds.). *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*. Causal Productions : Barcelona, 2131-2134.

- Rialland, A. (2007). Question prosody : an African perspective. In Gussenhoven, C. & T. Riad (Eds.). *Tones and Tunes : Studies in Word and Sentence Prosody*. Mouton de Gruyter : Berlin, 55-62.
- Rivière-Raverlat, J. (1997). *Développer les capacités d'écoute à l'école*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Richerich, R. & Suter, B. (1981). *Cartes sur table, 1*. Paris : Hachette FLE.
- Richerich, R. & Suter, B. (1983). *Cartes sur table 2 : guide d'utilisation*. Paris : Hachette FLE.
- Rimbaud, A. & Brunel, P. (1998). *Poésies complètes*. Paris : Livres de Poche.
- Ringbom, H. (1987). *The role of the first language in foreign language learning*. Clevedon : Multilingual Matters.
- Ringgenberg, S. (2003). Music as a teaching tool : creating story songs. *National Association for the Education of Young Children*, 58, 76-79.
- Risset, J. C. (2009). Musique et parole : de l'acoustique au numérique. In Dehaene, S. & C. Petit (Eds.). *Parole et musique*. Paris : Odile Jacob, 315-331.
- Ritt-Cheippe, E. (2010). La voie musicale en classe bilingue. Pratiques artistiques et pratiques langagières : quelle synergie ? *Les langues modernes*, 2, 39-45.
- Rizzi, L. (2009). Comment formaliser la diversité des langues ? In Dehaene, S. & C. Petit (Eds.). *Parole et musique*. Paris : Odile Jacob, 113-182.
- Rizzolatti, G. & Craighero, L. (2005). Mirror neurons : a neurological approach to empathy. In Changeux, J.P., Damasio, A.R., Singer, W. & Y. Christen (Eds.). *Neurobiology of Human Values*. Berlin : Springer.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V. & Fogassi, L. (1995). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3, 131 – 141.
- Rochet, B. (1995). Perception and production of second language speech sounds by adults. In W. Strange (Ed.). *Speech perception and linguistic experience : issues in cross-language research*. Timonium, MD : York Press, 379-410.
- Romano, A. (2002). La fonetica strumentale applicata ai dialetti d'Italia a un secolo dall'"Etude sur la phonétique italienne" di F.M. Josselyn. [La phonétique instrumentale appliquée aux dialectes d'Italie à un siècle de l'"Étude sur la phonétique italienne" de F.M. Josselyn] In Regnicoli, A. (Ed.). La fonetica acustica come strumento di analisi della variazione linguistica in Italia. *Atti delle XII Giornate di Studio del GFS*. Macerata. Roma : Il Calamo, 7-14.
- Romano, A. (2007). Acoustic cues for voice characterization : an experiment on words in isolation uttered by a sample of Turin students. *Atti del III Congreso da Sociedade Española de Acústica Forense*, 339-351.
- Romano, A. (in corso di pubbl.). A contribution to the study of phonetic variation of /r/ in French and Italian linguistic domains. *Com. pres. 'r-atics2' : 2nd International Workshop on the Sociolinguistic, Phonetic and Phonological Characteristics of /r/*. Bruxelles.
- Romano, A. & Bodello, S. (2002). La fonetica dialettale come trampolino per l'apprendimento di una lingua straniera : alcuni confronti spettrografici tra piemontese e inglese RP. [La phonétique dialectale comme trampoline pour l'apprentissage d'une langue étrangère : quelques comparaisons spectrographiques entre piémontais et anglais standard] In Regnicoli, A. (Ed.). La fonetica acustica come strumento di analisi della variazione linguistica in Italia. *Atti delle XII Giornate di Studio del GFS*. Macerata. Roma : Il Calamo, 29-36.
- Romano, A. & Manco, F. (2004). Incidenza di fenomeni di riduzione vocalica nel parlato spontaneo a Bari e a Lecce. [Incidence des phénomènes de réduction vocalique dans le parler spontané à Bari et à Lecce] In

- Albano-Leoni, F., Cutugno, F., Pettorino, M. & R. Savy (Eds.). *Il Parlato Italiano. Atti del Convegno Nazionale di Napoli*. Napoli : D'Auria.
- Romito, L. (2000). *Manuale di fonetica articolatoria, acustica e forense*. [Manuel de phonétique articulatoire, acoustique et stylistique] Cosenza/Rendi. Università della Calabria - Centro editoriale e librario.
- Rogers, D. & d'Arcangeli, L. (2004). Italian. *Journal of the International Phonetic Association*, 34, 1, 117–121.
- Rosch, E. H. (1973). Natural categories. *Cognitive Psychology*, 4, 328-350.
- Rosch, E. H. & Lloyd, B. (1978). *Cognition and Categorization*. Hillsdale NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Rose, Y. (2000). *Headedness and prosodic Licensing in the L1 acquisition of phonology*. Unpublished PhD thesis. Mc Gill University of Montréal.
- Rose, Y. (2002). Relations between segmental and prosodic structure in first language acquisition. In Santelmann, L., Verrips, M. & F. Wijnen (Eds.). *The Annual review of language acquisition*, 2. Amsterdam : John Benjamins, 117-155.
- Rosetti, A. (1963). *Sur la théorie de la syllabe*. La Haye : Mouton.
- Roubeau, B., Castellengo, M., Bodin, P. & Ragot, M. (2004). Phonétogramme par registre laryngé. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 56, 321-333.
- Rousseau, J. J. (1781). *Essai sur l'origine des langues, où il est parlé de la Mélodie, et de l'Imitation musicale*. Œuvres édition A. Paris : Belin.
- Roy, B. & Roy, S. (2007). *La Méthode Distinctive, Pourquoi ? Comment ?*, Com-Médec., Jeu orthophonique.
- Rubel, E. W. & Fritzsch, B., 2002. Auditory system development : primary auditory neurons and their targets. *Annu. Rev. Neurosci.* 25, 51–101.
- Sadakata, M. & Sekiyama, K. (2011). Enhanced perception of various linguistic features by musicians : a cross-linguistic study. *Acta Psychologica*, 138, 1-10.
- Saffran, J. R., Aslin, R. N. & Newport, E. L. (1996). Statistical learning by 8-month-old infants. *Science*, 274, 1926–1928.
- Saffran, J. R., Johnson, R. E. K., Aslin, N. & Newport, E. L. (1999). Abstract Statistical learning of tone sequences by human infants and adults. *Cognition*, 70, 27–52.
- Saini, P. & Kaur, P. (2013). Automatic speech recognition : a review. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 4, 2, 132-136.
- Saint Exupéry, A. (de) (1943). *Le Petit Prince*. Paris : Gallimard
- Salcedo, C. S. (2002). *The effects of songs in the foreign language classroom on text recall and involuntary mental rehearsal*. Unpublished Ph.D. Dissertation. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.
- Samson, S. & Zatorre, J. (1991). Recognition memory for text and melody of songs after unilateral temporal lobe lesion : evidence for dual encoding. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 17, 793-804.
- Sato, M., Grabski, K., Garnier, M., Granjon, L., Schwartz, J.-L. & Nguyen, N. (2013). Converging towards a common speech code : imitative and perceptuo-motor recalibration processes in speech production. *Frontiers in Cognitive Science*.

- Savariaux, C., Perrier, P. & Schwartz, J.-L. (1995). Perceptual analysis of compensatory strategies in the production of the French rounded [u] perturbed by a lip-tube. *Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences*, Stockholm, 3, 584-588.
- Savoia, L. M. & Carpitelli, E. (2008). Problèmes de micro-variation phonologique dans les domaines dialectaux de l'Italie septentrionale. *Revue française de linguistique appliquée*, 2, XIII, 103-119.
- Savy, R. & Cutugno, F. (1997). Ipoarticolazione, riduzione vocalica, centralizzazione : come interagiscono nella variazione diafasica ? [Hypoarticulation, réduction vocalique, centralisation : comment interagissent-elles dans la variation diaphasique ?] In Cutugno, F. (Ed.). *Fonetica e fonologia degli stili dell'italiano parlato. Atti delle VII Giornate di Studio del GFS*, Napoli, 177-194.
- Sawusch, J. R. (1996). Effects of duration and formant movement on vowel perception. *ICSLP – 1996. Fourth International Conference on Spoken Language Processing*, 2482-2485.
- Schachter, J. (1974). An error in error analysis. *Language Learning*, 24, 205-214.
- Schaeffer, P. (1966). *Traité des Objets Musicaux. Essai Interdisciplines*. Paris : Seuil. Cité par Dodane, C. (2003). *La langue en harmonie : influences de la formation musicale sur l'apprentissage précoce d'une langue étrangère*. Thèse de doctorat de l'Université de Besançon.
- Schellenberg, E. G. (2005). Music lessons enhance IQ. *Psychological Science : A Journal of the American Psychological Society*, 15, 8, 511-514.
- Schellenberg, E. G. & Weiss, M. W. (2013). Music and cognitive abilities. In D. Deutsch (Ed.). *The psychology of music*. Amsterdam : Elsevier : 499-550.
- *Schirru, C. (1973). *Interferenze vocaliche della parlata di Villanovatulo nell'apprendimento del francese*. [Interférences vocaliques du Villanovatulo dans l'apprentissage du français]. Tesi di Laurea. Università di Cagliari.
- Schlaug, G., Jancke, L., Huang, Y. & Steinmetz, H. (1994). In vivo morphometry of interhemispheric asymmetry and connectivity in musicians. In I. Deliege (Ed.). *Proceedings of the IIIrd international conference for music perception and cognition*. Liege, Belgium, 417-418.
- Schmid, S. (1997). The naturalness differential hypothesis : cross-linguistic influence and universal preferences in interlanguage phonology and morphology. *Folia Linguistica*, 31, 3-4, 331-348.
- Schmidt, A. M. & Flege, J. E. (1995). Effects of speaking rate changes on native and non-native speech production. *Phonetica*, 52, 41-54.
- Schmidt, P. (2010). Théâtre et langues vivantes en primaires. *Les Langues Modernes*, 2. Pratiques artistiques et pratiques langagières : quelle synergie ? , 30-38.
- Schneider, W., Eschman, A., and Zuccolotto, A. (2002). E-prime user's guide. Pittsburgh : Psychology Software Tools, Inc.
- Schoepp, K. (2001). Reasons for using songs in the ESL/EFL classroom. *The Internet Teachers of English as a Second Language*, VII, 2.
- Schön, D. (2009). *Musique et langage : fonctions cérébrales ou artefacts culturels ?* Cycle de séminaires au Gipsa-Lab. Grenoble.
- Schön, D., Magne, C. & Besson, M. (2004). The music of speech : music raining facilitates pitch processing in both music and language. *Psychophysiology*, 41, 341-349.

- Schön, D., Boyer, M., Moreno, S., Besson, M., Peretz, I. & R., Kolinsky. (2008). Songs as an aid for language acquisition. *Cognition*, 975-983.
- Schreuder, M. (2006). *Prosodic processes in language and music*. Unpublished PhD Dissertation. University of Groningen. Netherlands.
- Schulman, R. (1989). Articulatory dynamics of loud and normal speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 85, 1, 295-312.
- Schultz, F. (2010). L'enseignement de la phonétique avec les « *tongue twisters* ». *Cahiers de l'APLIUT*, 24, 1, 114-117.
- Schwartz, J.-L. (1987). À propos des notions de forme et de stabilité dans la perception des voyelles. *Bulletin du Laboratoire de la Communication Parlée*, 1A, 159-190.
- Schwartz, J.-L., Abry, C., Boë, L.-J. & Cathiard, M. (2002). Phonology in a theory of perception-for-action-control. In Durand, J. & B. Laks (Eds.). *Phonetics, Phonology and Cognition*. Oxford University Press, 254-280.
- Schwartz, J. L., Abry, C., Boë, L. J., Ménard, L. & Vallée, N. (2005). Asymmetries in vowel perception, in the context of the Dispersion-Focalisation Theory. *Speech Communication*, 45, 425-434.
- Schwartz, J.-L., Basirat, A., Ménard, L. & Sato, M. (2010). The Perception-for-Action-Control Theory (PACT) : A perceptuo-motor theory of speech perception. *Journal of Neurolinguistics*, 25, 336-354.
- Schwartz, J.-L., Boë, L.-J., Perrier, P., Guérin, B. & Escudier, P. (1989). Perceptual contrast and stability in vowel systems : a 3-D simulation study. *Eurospeech*, 89. Paris, 1/2, 63-66.
- Schwartz, J.-L., Boë L.-J. & Vallée, N. (1995). Testing the Dispersion-Focalisation Theory : phase space for vowel systems. *XIIIth International Congress of Phonetic Sciences*, Stockholm, 1, 412-415.
- Schwartz, J.-L., Boë L.-J., Vallée, N. & Abry, C. (1997a). La prédiction des systèmes vocaliques : apport de la Théorie de la Dispersion Focalisation. *Proceedings of the XVIth International Congress of Linguists*, 266. Paris : B. Caron (Ed.).
- Schwartz, J.-L., Boë, L.-J., Vallée, N. & Abry, C. (1997b). Major trends in vowel system inventories. *Journal of Phonetics*, 25, 3, 233-253.
- Schwartz, J.-L., Boë, L.-J., Vallée, N. & Abry, C. (1997c). The Dispersion-Focalization Theory of vowel systems. *Journal of Phonetics*, 25, 3, 255-286.
- *Schwartz, J.-L. & Escudier, P. (1989). A strong evidence for the existence of a large-scale integrated spectral representation in vowel perception. *Speech Communication*, 8, 235-259.
- Schwartz, J.-L., Ménard, L., Basirat, A. & Sato, M. (2012). The Perception for Action Control Theory (PACT) : a perceptuo-motor theory of speech perception. *Journal of Neurolinguistics*, 25, 5, 336-354.
- Scola, D. A. (2011). *The hemispheric specialization of the human brain and its application to psychoanalytic principles*. Jefferson Journal of Psychiatry, 2011, 1-11, [En ligne]. Disponible sur : <http://jdc.jefferson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1058&context=jeffjpsychiatry>. (Consulté le 04 août 2013).
- Scotto di Carlo, N. (1972). Étude acoustique et auditive des facteurs d'intelligibilité de la voix chantée. *Proceedings of the VIIth International Congress of Phonetic Sciences*. La Haye, 1017-1023.
- Scotto di Carlo, N. (1978). Pourquoi ne comprend-on pas les chanteurs d'opéra ? *La Recherche*, 9, 89, 495-497.

- Scotto di Carlo, N. (1979). Perturbing effects of overarticulation in singing, *Journal of Research in Singing*, 2, 10-27.
- Scotto di Carlo, N. (1983). L'influence de la fréquence sur l'intelligibilité des voyelles chantées. *Proceedings of the Xth International Congress of Phonetic Sciences*. Utrecht. *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, 1983-1984, 9, 240-247.
- Scotto di Carlo, N. (1991). La voix chantée. *La Recherche*, 235, 22, 1016-1025.
- Scotto di Carlo, N. (1994). Les sensibilités internes phonatoires. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 46, 2, 79-85.
- Scotto di Carlo, N. (1995). Contraintes phonatoires et contraintes articulatoires dans le chant. *Actes des IX^{èmes} Journées de Pathologie Vocale et de Pratique Orthophonique de Nice*, 1-27.
- Scotto di Carlo, N. (1996-1997). Mémoire proprioceptive et apprentissage du chant. *Bulletin de l'Académie de Chant*, 5, 10-15.
- Scotto di Carlo, N. (2005). Contraintes de production et intelligibilité de la voix chantée. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage*, 24, 159-179.
- Scotto di Carlo, N. (2007). Speech-rate and tempo effects on the organization of spoken and sung syllables. *XVth International Congress of Phonetic Sciences*. Saarbrücken, 1-4.
- Scotto di Carlo, N. & Germain, A. (1985). A perceptual study of the influence of pitch on the intelligibility of sung vowels. *Phonetica*, 42, 4, 188-197.
- Scovel, T. (1979). Reviews of suggestology and outlines of suggestopedy. (Lozanov, G. 1978). *Teachers of English to Speakers of Other Languages Quarterly*, 13, 2, 255-266.
- Seashore, C. E. (1919). *Seashore measures of musical talent*. New-York : Columbia phonograph company.
- Seashore, C. E., Lewis, D. & Saetveit, J. G. (1956). *Manual, seashores measures of musical talent*. New York : Columbia phonograph company.
- Selinker, L. (1972). Interlanguage. *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, 10, 3, 209-231.
- Selway, C. (2003). *The effects of a music and movement-centred early intervention reading program on kindergarten phonemic awareness, kindergarten reading achievement, first grade reading achievement and first grade attitudes towards reading*. Wilmington College, New Castle.
- Sergent, J., Zuck, E., Tenial, S. & MacDonald, B. (1992). Distributed neural network underlying musical sight reading and keyboard performance. *Science*, 257, 106-109.
- Serio, S., Soriani, G. & Romano, A. (2005). Lo spazio acustico delle vocali italiane di alcuni adolescenti palermitani. [L'espace acoustique des voyelles italiennes d'adolescents palermitains] *Bollettino dell'Atlante Linguistico Italiano*, 29, 189-202.
- Serniclaes, W. (2005). On the invariance of speech percepts. *ZAS Papers in Linguistics*, 40, 177-194.
- Serra, V. (2004). *Afasia e musicoterapia*. [Aphasie et musicothérapie] Cagliari : Editrice La Riflessione.
- Shelton, C. M. (2000). Portraits in emotional awareness. *Educational Leadership*, 330-332.
- Sims, W. (2008). *Music and word recall : The strength of familiar melodies as mnemonic devices*. A Senior Honor Thesis. Ohio State University.
- Slevc, L. R. & Miyake, A. (2006). Individual differences in second language proficiency : does musical ability matter ? *Psychological Science*, 17, 8, 675-681.

- *Sloboda, J. A. (1976). Visual perception of musical notation : registering pitch symbols in memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 28, 1, 1-26.
- Sloboda, J. A. (1985). *L'esprit musicien : La psychologie cognitive de la musique*. Paris : Mardaga.
- Sobrero, A. (1993). *Introduzione all'italiano contemporaneo : La variazione e gli usi*. [Introduction à l'italien contemporain : la variation et les usages] Bari : Manuali Laterza.
- Soffietti, J. P. (1949). *Phonemic analysis of the word in Turinese*. Thèse de doctorat de la Colombia University.
- Soulaine, S. (2010). Danse/langues : créativité partagée. *Les Langues Modernes*, 2. Pratiques artistiques et pratiques langagières : quelle synergie ? , 46-54.
- Spector, B. (2005). Linguistique générative et cognitivisme : bref aperçu. *Labyrinthe*, 20, 41-52.
- Springer, S. P. & Deutsch, G. (2000). Cerveau gauche cerveau droit, à la lumière des neurosciences (trad. 5ème édition américaine par Benoit-Dubrocard, S. & Blanc-Grin, J.). *Neurosciences et Cognition*. DeBoeck Université.
- Standley, J. M. (2008). Does music instruction help children learn to read ? Evidence of a meta-analysis. *Applications of Research in Music Education*, 27, 1, 17-32.
- Standley, J. M. & Hughes, J. E. (1997). Evaluation of an early intervention music curriculum for enhancing prereading/writing skills. *Music therapy perspectives*, 15, 79-85.
- Stansell, J. W. (2005). The use of music for learning languages : a review of the literature. *Music and Language*. University of Illinois - Urbana-Champaign, 1-39.
- Statistical Package for the Social Sciences (2008). SPSS 17.0.1 Command Syntax Reference, SPSS Inc., Chicago, Ill.
- StatSoft (2007). Statistica Psychologie Six Sigma 8.7.0 [En ligne] Disponible sur : www.statsoft.com Privacy Statement.
- Steinberg, D. D. & Sciarini, N. (2006). *Introduction to Psycholinguistics 2nd edition*. London : Longman.
- STÉPHYPROD (2012). *Partition Une Souris Verte*. Site à destination des enfants. [En ligne]. Disponible sur : Stephyprod.com. (Consulté le 12 février 2012).
- Stervinou, A. (2011). *La perception structurelle et temporelle d'extraits de musiques contemporaines par les adolescents musiciens et non-musiciens*. Thèse de doctorat non publiée de l'Université Toulouse 2 Le Mirail.
- Stevens, K. N. (1972). The quantal nature of speech : Evidence from articulatory-acoustic data. In David, E. E. & P. B. Denes (Eds.). *Human communication : A unified view*. New-York : McGraw-Hill, 51-66.
- Stevens, K. N. (1989). On the quantal nature of speech. *Journal of Phonetics* 17, 3-45.
- Strange, W. (1995). *Speech perception and linguistic experience : issues in cross-language research*. Timonium, MD : York Press.
- Studdert-Kennedy, M. (2002). Mirror neurons, vocal imitation and the evolution of particulate speech. In Stamenov, M. & V. Gallese (Eds.). *Mirror neurons and the evolution of brain and language*. Amsterdam : John Benjamins, 207-227.
- Sundberg, J. (1974). Articulatory interpretation of the "singing formant". *The Journal of the Acoustical Society of America*, 55, 4, 838-844.
- Sundberg, J. (1987). *The science of the singing voice [La science de la voix chantée]*. Dekalb : Northern Illinois University Press.

- Sundberg, J. (1992). Breathing behavior during singing. *Speech Transmission Laboratory-Quarterly Progress and Status Report Journal*, 33, 1, 49-64.
- *Sundberg, J. (1996). The human voice. In Greger, R. & U. Windhorst (Eds.). *Comprehensive Human Physiology*, 1. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, 1095-1104.
- Swoboda, P. J., Morse, P. A. & Leavitt, L. A. (1976). Continuous vowel discrimination in normal and at risk infants. *Child Development*, 47, 459-465.
- Szyska, M. (2011). Foreign language anxiety and self-perceived English pronunciation competence. *Studies in Second Language Learning and Teaching*, 1, 2, 283-300.
- Taberlet, M.-O. (1985). *Comptines à malices*. Paris : Armand Colin.
- Tafuri, J. (2005). Lo sviluppo musicale del bambino. [Le développement musical de l'enfant] *Quaderni acp*, 12, 3, 96-98.
- Takiguchi, I. (2010). Effects of pitch cues on the identification of vowel length in L2 Japanese. *Proceedings of Interspeech 2010*. Tokyo : Japan. [En ligne]. Disponible sur : http://www.gavo.t.u-tokyo.ac.jp/L2WS2010/papers/L2WS2010_P2-03.pdf. (Consulté le 10 février 2014).
- Telmon, T. (1993). Varietà regionali. [Variétés régionales] In Sobrero, A. A. (Ed.). *Introduzione all'italiano contemporaneo. La variazione e gli usi*. Roma-Bari : Laterza, 93-149.
- Thares, S. K. (2010). *Using music to teach reading in the elementary classroom*. Unpublished Master Dissertation. University of Wisconsin-Stout.
- Tarone, E. (1987). The phonology of interlanguage. In Ioup, G. & S. H. Weinberger (Eds.). *Interlanguage Phonology : the acquisition of a second language sound system*. Cambridge, Newbury House, 70-85.
- Telmon, T. (1993). *Varietà regionali*. [Variétés régionales]. In Sobrero, A. A. (Ed.). *Introduzione all'italiano contemporaneo. La variazione e gli usi*. Roma-Bari : Laterza, 93-149.
- Thompson, B. M. & Andrews, S. R. (2000). An historical commentary on the physiological effects of music : Tomatis, Mozart and neuropsychology. *Integr Physiol Behav Sciences*, 35, 3, 174-188.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G. & Husain, G. (2004). Decoding speech prosody : do music lessons help ? *Emotion*, 4, 1, 46-64.
- Tillmann, B., Bharucha, J. J. & Bigand, E. (2000). Implicit learning of tonality : a self-organizing approach. *Psychological Review*, 107, 885-913.
- Tillmann, B., Hoch, L. & Marmel, F. (2010). Influence du contexte sur le traitement en musique et en langage. In Kolinski, R., Morais, J. & I. Peretz. (Eds.). *Musique, Langage, Emotion : approche neuro-cognitive*. PUR : Rennes, 11-33.
- Titze, I. R. (1992). Phonation threshold pressure : a missing link in glottal aerodynamics. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 91, 5, 2926-2935.
- Tomatis, A. & Sellin, L. (1991). *Nous sommes tous nés polyglottes*. Paris : Editions Fixot.
- Touchie, H. Y. (1986). Second language learning errors. Their types, causes, and treatment. *Japan Association for Language Teaching Journal*, 8, 1, 75-80.
- Tran, T. T. H. (2011). *Processus d'acquisition des clusters et autres séquences de consonnes en langue seconde : de l'analyse acoustico-perceptive des séquences consonantiques du vietnamien à l'analyse de la perception et production des clusters du français par des apprenants vietnamiens du français langue étrangère*. Thèse de doctorat de l'Université Stendhal - Grenoble 3.

- Tran, T. T. H & Vallée, N. (2012). Acquisition de la phonologie d'une langue seconde : le cas de la perception des groupes de consonnes du français par des apprenants vietnamiens du français langue étrangère. *Actes des XXVIX^{èmes} Journées d'Études sur la Parole* (Joint Conference JEP-TALN-RECITAL), 1. Grenoble, 715-722.
- Traunmüller, H. (1999). Coarticulatory effects of consonants on vowels and their reflection in perception. *Proceedings from the XIIth Swedish Phonetics Conference*, 141-144.
- Trehub, S. E. (2001). Musical Predispositions in Infancy. *Annals of the New-York Academy of Sciences*, 930, 1, 1-16.
- Trévisi, S., Delaisne, P. & Mc Bride, N. (1998). *Café crème 2. Paris* : Hachette FLE.
- Trimaille, C. (2003). *Approche sociolinguistique de la socialisation langagière d'adolescents*. Thèse de doctorat de l'Université Stendhal - Grenoble 3.
- Troubetzkoy, N. S. [1939] (2005). *Grundzüge der Phonologie [Principes de phonologie. Traduction de Jean Cantineau, revue et corrigée par Luis Jorge Prieto]*. Paris : Klincksieck.
- Umech, S. (2011). Studies on inter-speaker variability in speech and its application in automatic speech recognition. *Sadhana*, 36, 5, 853-883.
- Vaissière, J. (2006, rééd. 2011). *La phonétique*. Que-Sais-je ? n°637. Paris : Presses universitaires de France.
- Vaissière, J. (2007). Area functions and articulatory modeling as a tool for investigating the articulatory, acoustic and perceptual properties of sounds across languages. In Solé M. J., Beddor, P. S. & M. Ohala (Eds.). *Experimental Approaches to Phonology*. Oxford : Oxford University Press, 54-71.
- Vaissière, J. (2011). On the acoustic and perceptual characterization of reference vowels in a cross-language perspective. *ICPhS Proceedings*, 52-59.
- Vallée, N. (1994). *Systèmes vocaliques : de la typologie aux prédictions*. Thèse de doctorat de l'Université Stendhal - Grenoble 3.
- Vallée, N., Boë, L.-J., Abry, C., Schwartz, J.-L. & Berrah, R. (1996). La matérialité des structures sonores du langage 1. Taxinomies phonologiques et tendances universelles. *XXI^{èmes} Journées d'Études sur la Parole*. Avignon : Société Française d'Acoustique, Groupe Francophone de la Communication Parlée, 139-142.
- Vallée, N., Boë, L.-J. & Schwartz, J.-L. (1997) Taxinomie phonologique et tendances universelles des langues du monde. In Caron, B. (Ed.). *Proceedings of the XVIth International Congress of Linguists*. Paris, 304.
- Vallée, N., Boë, L.-J. & Stefanuto, M. (1999). Typologies phonologiques et tendances universelles. Approche substantialiste. *Linx*, 11 [En ligne] Disponible sur : <http://linx.revues.org/863>. DOI : 10.4000/linx.863. (Consulté le 11 mars 2013).
- Van de Velde, H., Van Hout, R. & Gerritsen, M. (1997). Watching Dutch change : a real time study of variation and change in standard Dutch pronunciation. *Journal of Sociolinguistics*, 1, 3, 361-391.
- Van de Velde, H., Kissine, M., Tops, E., Van der Harst, S. & Van Hout, R.W.N.M. (2010). Will Dutch become Flemish ? Autonomous developments in Belgian Dutch. *Multilingua. Journal of Cross-Cultural and Interlanguage Communication*, 29, 3, 4, 385-416.
- Van Eeckhout, P. (2010). Thérapie Mélodique et Rythmée. Forum. *Aphasie und verwandte Gebiete*, 1, 81-87.
- Van Eeckhout, P. & Gatignol, P. (2010). Rythme et mélodie : outil d'aide à la récupération du langage chez l'aphasique. *Entretiens d'Orthophonie de Bichat*, 16-21.
- Van Son, R. J. J. H. (1993). Vowel perception : A closer look at the literature, *Proceedings of the Institute of Phonetic Sciences of the University of Amsterdam*, 17, 33-64.

- *Van Summers, W., Pisoni, D. B., Bernacki, R. H., Pedlow, R. I. & Stokes, M. A. (1988). Effects of noise on speech production : acoustic and perceptual analyses. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 84, 3, 917-928.
- Vaughn, K. (2000). Music and mathematics : modest support for the oft-claimed relationship. *Journal of Aesthetic Education*, 34, 149-166.
- Viau, R. (2000). Des conditions à respecter pour susciter la motivation des élèves. *Correspondences*, 5, 3, 1-5.
- Vietti, A. & Spreafico, L. (2008). *Phonetic variation of /r/ in a language contact context : The case of South Tyrol Italian*. Poster presented at the Wellington Contract. New Zealand.
- Vihman, M. M. (1996). *Phonological development : the origins of language in the child*. Cambridge : Wiley-Blackwell.
- Vihman, M. M. & DePaolis, R. A. (2000). The role of mimesis in infant language development : evidence for phylogeny. In Knight, C., Studdert, M., Kennedy, M. & J. R. Hurford (Eds.). *The Evolutionary Emergence of Language*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Vihman, M. M., DePaolis, R. A. & Keren-Portnoy, T. (2009). Babbling and words : a dynamic systems perspective on phonological development. In Bavin, E. L. (Ed.). *The Cambridge Handbook of Child Language*, 163-182.
- Vihman, M. M., Nakai, S., DePaolis, R. A. & Hallé, P. (2004). The role of accentual pattern in early lexical representation. *Journal of Memory and Language*, 50, 336-353.
- Vo, T.-T. (2000). *Problèmes de prononciation du français par des étudiants vietnamiens et quelques propositions de moyens de correction*. Mémoire de Maîtrise non publié. Université Laval et Université de Québec.
- Voise, A. M. (2010). Enseigner la phonologie de l'anglais aux futurs professeurs du primaire. *Cahiers de l'APLIUT*, 24, 2, 11-25.
- Vogel, K. (1995). *L'interlangue : la langue de l'apprenant*. Toulouse : Presses Universitaires du Mirail.
- Vollmeyer, R. & Rheinberg, F. (2000). Does motivation affect performance via persistence ? *Learning and Instruction*, 10, 293-309.
- Vollmeyer, R. et Rheinberg, F. (2004). Influence de la motivation sur l'apprentissage d'un système linéaire, *Revue des sciences de l'éducation*, 30, 1, 91-104. [En ligne]. Disponible sur : <http://id.erudit.org/iderudit/011771ar>. (Consulté le 03 avril 2011).
- Vorger, C. (2011). *Poétique du slam : de la scène Fstutterà l'école. Néologie, néostyles et créativité lexicale*. Thèse de doctorat de l'Université Stendhal - Grenoble 3.
- *Wagley, M. J. W. (1978). *The effects of music on affective and cognitive development of sound-symbol recognition among preschool children*. Thèse de doctorat de la Texas Woman's University.
- Wallace, W. T. (1994). Memory for music : effect of melody on recall of text. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 20, 1471-1485.
- Walter, H. (1994). Variétés actuelles des voyelles nasales du français. Diachronie et variation linguistique. *Communication and Cognition*, 27, 1-2, 223-236.
- *Wechsler, D. (1991). *Wechsler intelligence scale for children—third edition*. San Antonio, TX : Psychological Corporation.
- Weinreich, U. [1953] (1963). *Language in contact. Findings and problems*. New-York : Linguistic Circle of New-York.

- *Welch, B. L. (1947). *The generalization of "Student's" problem when several different population variances are involved*, *Biometrika*, 34, 1 – 2, 28–35.
- Werker, J. F., Gilbert, J. H. V., Humphrey, K. & Tees, R. C. (1981). Developmental aspects of cross-language speech perception. *Child Development*, 52, 349-355.
- Werker, J. F. & Tees, R. C. (1983). Developmental changes across childhood in the perception of nonnative speech sounds. *Canadian Journal of Psychology*, 57, 278-286.
- Werker, J. F. & Tees, R. C. (1984). Cross-language speech perception : evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behaviour and Development*, 7, 49-63.
- Werker, J. F. (1986). The effect of multilingualism on phonetic perceptual flexibility. *Applied Psycholinguistics*, 7, 2, 141-155.
- Werker, J. F. & Lalonde, C. E. (1988). Cross-language speech perception : initial capabilities and developmental change. *Developmental Psychology*, 24, 5, 672-683.
- Werker, J.F., Yeung, H. H. & Yoshida, K. (2012). How do infants become experts at native speech perception ? *Current Directions in Psychological Science*, 21, 4, 221-226.
- Werkin, P. (2002). L'apprentissage des adultes dans les pays de l'OCDE. Définitions, enjeux et participants. In Degenne, A. & M. O. Lebeaux. *Actes des IX^{èmes} Journées d'études Céreq-Lasmas-IdL*. Rennes : Lasmas-IdL, 79-98.
- Wetter, O. E., Koerner, F. & Schwaninger, A. (2009). Does musical training improve school performance ? *Instructional Science : An International Journal of the Learning Sciences*, 37, 4, 365-374.
- Wiggins, G. A. (1998). Music, syntax, and the meaning of "meaning". [En ligne] Disponible sur : <http://www.doc.gold.ac.uk/~mas02gw/papers/SMC1.pdf>. (Consulté le 10 janvier 2012).
- Willis, B. D. & K. Mason. (1994). Canciones en la clase : The Why and How of Integrating Songs in Spanish by English-Speaking and Bilingual Artists. [Chansons en classe : le pourquoi et le comment des chansons d'intégration en espagnol par des artistes bilingues et anglophones] *Hispania*, 77, 1, 102-109.
- Wingate, M. E. (1976). *Stuttering, theory and treatment*. New-York : Irvington Publishers.
- Witzgmann, S. (2008). Approche de la discipline non-linguistique arts plastiques dans l'enseignement secondaire du Bade-Wurtemberg. *Synergies Pays germanophones*, 1, 189-196.
- Ylinen, S., Uther, M., Latvala, A., Vepsäläinen, S., Iverson, P., Akahane-Yamada, R. & Näätänen, R. (2009). Training the brain to weight speech cues differently : A study of Finnish second-language users of English. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 1319-1332.
- Wachs, S. (2001). Tendances actuelles en enseignement du français langue étrangère (FLE). *Revista de Linguas Modernas*, 14, 183-196.
- Wolfe, D. E. & Hom, C. (1993). Use of melodies as structural prompts for learning and retention of sequential verbal information by preschool students. *Journal of Music therapy*, 30, 2, 100-118.
- Won, J. H., Lorenzi, C., Nie, K., Li, X., Jameyson, E., Drennan, W. & Rubinstein, J. (2012). The ability of cochlear implant users to use temporal envelope cues recovered from speech frequency modulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 13, 2, 1113-1119.
- Wong, P., Sjöe, E., Russo, N. & Dees, T. (2007). Musical experience shapes human brainstem encoding of linguistic pitch patterns. *Nature Neuroscience*, 10, 4, 420-422.

- Wood, P. H. (1990). The comparative academic abilities of students in education and in other areas of a multi-focus university. *Unpublished paper*. [En ligne]. Disponible sur : ERIC Document No. ED327480. (Consulté le 07 novembre 2012).
- Yannucci, L. & Palomares, M. (1996-2012). *Mama Lisa's world ; Musiques et cultures internationales*. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.mamalisa.com/fr/liens.html>. (Consulté régulièrement depuis le 01 juillet 2009).
- Yoon, E.-K. (2007). The production of similar and dissimilar sounds on second language acquisition. *Language and Linguistics*, 39, 131-156.
- Zaepffel, A. (2006). Quelques notes sur la déclamation... *Insistance*. Paris ; Erès, 2, 65-72.
- Zatorre, R. J. (1984). Musical perception and cerebral function : a critical review. *Music Perception*, 2, 196-221.
- Zatorre, R. J. & Peretz, I. (2001). The biological foundations of music. *Annals of the New-York Academy Sciences*, 930, 193-210.
- Zbikowski, L. M. (Unpublished). Aspects of meaning construction in music : toward a grammar of music. Prepared for *Almen Semiotik*, 17. [En ligne]. Disponible sur : humanities.uchicago.edu/faculty/zbikowski/pdfs/Zbikowski_Aspects_of_meaning_construction_nd.pdf. (Consulté entre le 01 novembre 2008 et le 19 décembre 2010).
- Zbikowski, L. M. (2011). Musical gesture and musical grammar : a cognitive approach. In Gritten, A. & E. King (Eds.). *New perspectives on music and gesture*. Ashgate Publishing Ltd., 83-98.
- Zedda, P. (2006). La langue chantée : un outil efficace pour l'apprentissage et la correction phonétique. *Cahiers de l'Acedle*, 2, 257-282. [En ligne]. Disponible sur : http://acedle.u-strasbg.fr/article.php?id_article=467. (Consulté le 09 novembre 2007).
- Zedda, P. (2014). Chant et diction : une approche phonétique solidaire. In Henrich Bernardoni, N., Castellengo, M., Expert, R., Gendrot, C., Kob, M., Lortat-Jacob, B., Ormezzano, Y., Roubeau, B., Vincent, C. & P. Zedda (Eds.). *La voix chantée, entre sciences et pratiques*. Paris : De Boeck-Solal.
- Zerling, J-P. (1992). Frontal lip shape for French and English vowels. *Journal of phonetics*, 20, 3-14.
- Zimmerman, M. P. (2011). Music characteristics of children. *Visions of Research in Music Education*, 17. Washington : Music Educators National Conference.

Annexes

Annexe I

Quelques informations sociolinguistiques sur l'italien

Il y a à peine plus de 50 ans, seulement 10 % des Italiens utilisaient pour seule langue une variante régionale de l'italien, 24 % l'utilisaient à part égale avec le dialecte et 66 % exploitaient uniquement un (ou plusieurs) dialecte(s) (Lorenzetti, 2002). Il y a 15 ans, ces chiffres ont été respectivement ré-estimés à 44, 49 et 7 %, (*ibid.*), indiquant que l'usage de l'italien varie selon la situation diaphasique et que la plupart des italiens sont toujours plurilingues en ce sens qu'ils parlent dans le milieu scolaire et administratif une variante régionale de l'italien et, avec les proches, un ou plusieurs dialectes (Canepari, 1986). Ainsi, plus de la moitié des locuteurs italiens peuvent être considérés à la fois *italophones* et *dialectophones* (Carpitelli, 1994). L'Istituto Nazionale di STATistica (ISTAT) mène tous les deux à cinq ans une enquête d'envergure nationale sur l'ampleur de l'italien et des dialectes sur le territoire italien. Les études de 2000, 2002 et 2007 (l'édition de 2012 n'abordant pas la question de la langue) montrent une situation globale de dilalie progressive (pour plus d'informations sur ce concept⁹⁴, se reporter à Berruto, 1995) en raison d'une augmentation de l'usage de l'italien au détriment de l'utilisation exclusive du dialecte, même dans certaines sphères informelles. L'étude rapporte cependant que l'italien est utilisé à 72 % pour communiquer avec des inconnus (c'est-à-dire des individus paraissant étrangers à la région ou au pays), mais précise aussi que les italiens parlent encore en dialecte à plus de 54 % avec la famille et à 50 % avec les amis. La quotité d'emploi du dialecte au détriment de l'italien s'accroît généralement (1) en fonction de critères diastratiques, par exemple parallèlement à l'âge et à la pauvreté, et *vice-versa* avec l'italien et (2) en fonction de critères diatopiques dans la mesure où les aires linguistiques ne sont pas égales face à ce phénomène, l'usage du dialecte étant plus vif au Nord-Est et dans le Sud de l'Italie qu'au Nord-Ouest et au Centre (dont la Toscane) (ISTAT, 2007). Par exemple, le dialecte recouvre l'espace destiné à la langue nationale en Vénétie (Pugliese et Villa, 2013) et reprend de l'ampleur dans le Piémont ces dernières décennies (ISTAT, 2002 ; 2007).

La mise en place d'une langue à valeur nationale a impacté les systèmes dialectaux, principalement aux niveaux lexical et morphologique. Cette influence de la langue officielle est d'autant plus marquée que les locuteurs sont jeunes et, dans une moindre mesure, que les flux migratoires sont importants. Mais de façon plus marquée encore, et même si la tendance s'inverse légèrement ces dernières années (ISTAT, 2007), l'italien oral est soumis aux propriétés linguistiques des dialectes, amenant progressivement au renforcement d'une variété d'italiens régionaux (Pop, 1950 ; De Mauro, 1970 ; Walter, 1994). À ce sujet, Telmon (1993) a établi quatre types majeurs d'italien régionaux : septentrional, toscan, romain et méridional. Berruto (1987 ; 2012) évoque quant à lui l'impossibilité d'un italien standard dans d'autres milieux que dans certaines professions très

⁹⁴ Qui exprime une « situation caractérisée par la coexistence de dialectes et d'un standard [au sein d'une communauté linguistique], dans laquelle le standard est langue maternelle d'une partie croissante de la population et assume pour eux toutes les fonctions (situation de l'Italie). Il en découle que *dilalie* [en italique par l'auteur] désigne par définition un phénomène processuel. Si le processus concerné se poursuit jusqu'à son terme, il entraîne par lui-même la fin de la situation dilalique. En cela, le concept de *dilalie* s'oppose à celui de *diglossie stable*. » (Maître, 2003 : 171). Dans une situation dilalique, les deux codes linguistiques, de statut politique différent, sont utilisés alternativement ou conjointement dans des contextes formels autant qu'informels (Depau, 2008, se référant à Berruto, 1987 et 1993).

spécifiques (évoquées dans le chapitre II.1) au profit d'italiens néo-standard. Il rapporte que la variante régionale s'éloigne d'autant plus de l'italien néo-standard correspondant que le niveau d'instruction du locuteur est bas. Il précise que les personnes cultivées utilisent elles-mêmes un italien (néo-standard donc) imprégné de variantes à caractéristiques régionales, et ce, à l'oral comme à l'écrit. À l'écrit, les principaux emprunts dialectaux introduits dans la variante régionale sont de types lexical (Beccaria, 1992), phraséologique (D'Achille, 2001), morphologique et syntaxique. À l'oral, les mêmes observations ont été rapportées, avec de plus et de façon principale en terme de probabilité statistique, une influence phonétique (Beccaria, 1992 ; Telmon, 1993). Au niveau lexical, un même concept peut être désigné différemment selon les variantes de l'italien oral amenant parfois à des contre-sens selon les régions (Beccaria, 1992 ; Telmon, 1993). Sur le plan phonético-phonologique, l'influence des dialectes vers l'italien régional est majeure et est à sens quasi unidirectionnel. Serio *et al.* (2005) ont montré le pentavocalisme du système phonologique tonique de l'italien régional de Palerme, dans lequel ils ont de plus retrouvé les voyelles ouvertes supérieures caractéristiques du sicilien palermitain au détriment des voyelles mi-ouvertes. Leur travail a aussi montré que les locuteurs du dialecte palermitain ont actuellement tendance à remplacer les voyelles atones finales à l'origine fermées par les voyelles mi-fermées correspondantes exploitées en italien standard et dans la variété néo-standard régionale. Les différences diatopiques des systèmes phonologiques de "l'italien" sont donc très importantes (Telmon, 1993), amenant à une fragmentation des usages phonétiques et phonologiques sur le territoire italien. La caractérisation d'une variante régionale est possible en se basant sur les aspects phonétiques et phonologiques des dialectes locaux, voire uniquement phonologiques puisqu'elle dépend essentiellement du nombre d'unités distinctives (Canepari, 1999 ; Romano, 2002). Telmon (1993) précise que les combinaisons phonématiques dialectales ne peuvent impacter les variantes régionales de l'italien que dans le cas où elles sont conformes aux lois distributionnelles de celles-ci. L'origine géographique et/ou dialectale d'un locuteur dont la syntaxe et les morphèmes (grammaticaux autant que lexicaux) ne présentent pas de divergence par rapport au système de référence d'un auditeur est ainsi identifiable par le biais des unités phonologiques présentes dans l'inventaire de sa (sous-) variante régionale (Telmon, 1993).

Annexe II

Tables des valeurs moyennes de formants pour les voyelles de l'italien, recensées dans la littérature

Français					Italien				
					Calliope, 1989	Gendrot et Adda-Decker, 2005	Georgeton <i>et al.</i> , 2012	Ferrero et Magne Caldognetto, 1986	
							Cosi <i>et al.</i> , 1995	Ferrero <i>et al.</i> , 1995	Romano, 2007
/ i /	F ₁	306	348	275	320	339	290	294	
	F ₂	2456	2365	2585	2750	2672	2630	2712	
	F ₃	3389	3130	3815	-	3595	3280	3261	
	F ₄	3966	-	4521	-	-	-	-	
/ e /	F ₁	417	423	405	400	436	420	419	
	F ₂	2351	2176	2553	2500	2508	2498	2364	
	F ₃	3128	2860	3346	-	3158	3072	2853	
	F ₄	4161	-	4325	-	-	-	-	
/ ε /	F ₁	660	526	614	620	630	681	624	
	F ₂	2080	2016	2306	2400	2302	2086	2059	
	F ₃	2954	2800	3137	-	2999	2910	2737	
	F ₄	4231	-	4383	-	-	-	-	
/ a /	F ₁	788	685	830	920	875	956	985	
	F ₂	1503	1677	1438	1400	1614	1507	1459	
	F ₃	2737	2735	2900	-	2697	2672	2620	
	F ₄	3950	-	4065	-	-	-	-	
/ o /	F ₁	634	528	595	640	688	681	634	
	F ₂	1180	1347	1144	1200	1115	1065	1024	
	F ₃	2690	2743	2907	-	2712	2752	2707	
	F ₄	3950	-	4035	-	-	-	-	
/ u /	F ₁	461	438	415	400	506	470	441	
	F ₂	855	1140	842	920	990	854	919	
	F ₃	2756	2790	2862	-	2606	2853	2646	
	F ₄	3805	-	4048	-	-	-	-	
/ y /	F ₁	311	404	291	360	360	321	315	
	F ₂	804	1153	779	760	838	747	765	
	F ₃	2485	2742	2648	-	2466	2750	2555	
	F ₄	3550	-	3980	-	-	-	-	
/ ø /	F ₁	305	371	276					
	F ₂	2046	2063	2091					
	F ₃	2535	2745	2579					
	F ₄	3570	-	3826					
/ œ /	F ₁	469	420	406					
	F ₂	1605	1643	1599					
	F ₃	2581	2687	2703					
	F ₄	4005	-	3985					
/ ɤ /	F ₁	647	436	599					
	F ₂	1690	1643	1678					
	F ₃	2753	2715	2843					
	F ₄	4038	-	4107					

Valeurs moyennes en Hz pour les 4 premiers formants des voyelles orales du français et des voyelles toniques de l'italien, prononcées par des locutrices natives, relevées dans les articles cités dans le chapitre II. Le tiret indique une absence de renseignement. Dans le cas de F₄, les valeurs sont difficiles à recueillir de manière fiable en raison des problèmes de détection à ces hauteurs de fréquence.⁹⁵

⁹⁵ Calliope (1989) précise que /a/ est postériorisé dans les productions de ses locuteurs en raison d'une coarticulation avec /ɤ/.

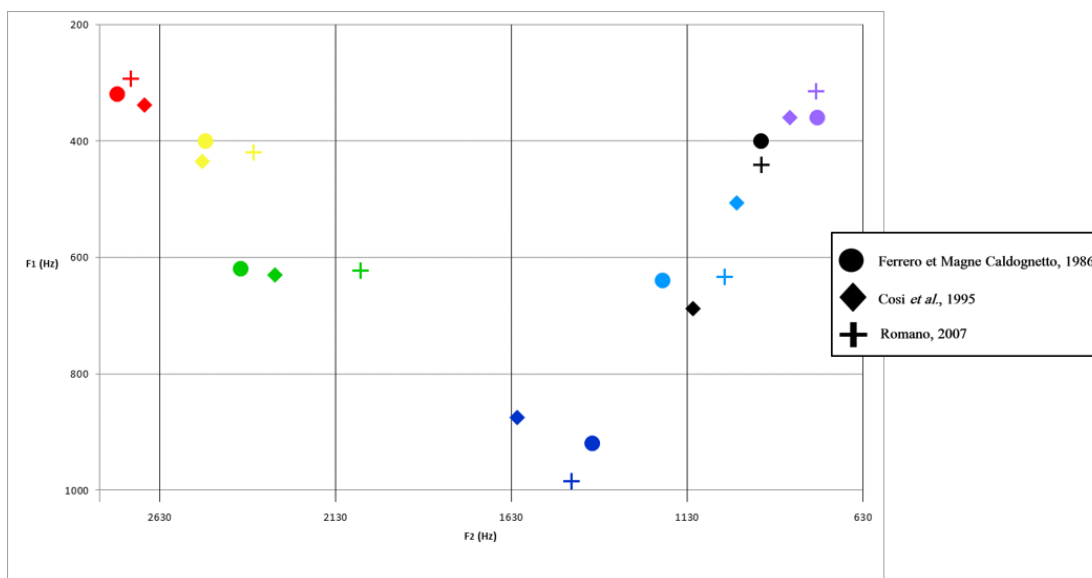
Français				Italien									
				Calliope, 1989	Gendrot et Adda-Decker, 2005	Romano, non publié	Ferrero, 1972	Ferrero, 1979	Ferrero et Magne Caldognetto, 1986	Ferrero, 1992	Cosi et al. , 1995	Albano Leoni et Maturi, 1995	Ferrero et al. , 1995
/ i /	F ₁	308	310	240	300	255	280	255	291	275	251		
	F ₂	2064	2005	2070	2140	2153	2240	2150	2251	2240	2071		
	F ₃	2976	2784	2572	2810	2899	-	-	3079	-	2770		
	F ₄	3407	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
/ e /	F ₁	365	370	405	395	400	360	400	394	375	351		
	F ₂	1961	1850	1634	2010	2025	2040	2025	2082	2028	1953		
	F ₃	2644	2545	2506	2550	2589	-	-	2752	-	2546		
	F ₄	3362	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
/ ε /	F ₁	530	438	523	540	557	560	560	513	500	526		
	F ₂	1718	1717	1504	1870	1860	1840	1860	1989	1844	1755		
	F ₃	2558	2490	2332	2420	2499	-	-	2669	-	2568		
	F ₄	3300	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
/ a /	F ₁	684	557	654	765	705	800	800	742	708	716		
	F ₂	1256	1444	1290	1220	1242	1280	1240	1420	1466	1208		
	F ₃	2503	2438	2315	2420	2502	-	-	2532	-	2410		
	F ₄	3262	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
/ ɔ /	F ₁	531	456	500	565	586	520	585	552	554	514		
	F ₂	998	1203	980	870	908	900	910	949	1055	847		
	F ₃	2399	2420	2288	2520	2570	-	-	2569	-	2447		
	F ₄	3278	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
/ o /	F ₁	383	397	370	440	463	420	465	447	409	383		
	F ₂	793	1041	676	770	799	800	800	856	1001	788		
	F ₃	2283	2477	2746	2430	2460	-	-	2528	-	2450		
	F ₄	3256	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
/ u /	F ₁	315	371	261	325	315	280	315	325	305	258		
	F ₂	764	1105	675	700	715	720	715	789	861	701		
	F ₃	2027	2470	2444	2270	2300	-	-	2529	-	2370		
	F ₄	3118	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
/ y /	F ₁	300	336	286									
	F ₂	1750	1803	1591									
	F ₃	2120	2425	2201									
	F ₄	3145	-	-									
/ ø /	F ₁	381	384	360									
	F ₂	1417	1474	1193									
	F ₃	2235	2405	2354									
	F ₄	3215	-	-									
/ œ /	F ₁	517	400	457									
	F ₂	1391	1445	1220									
	F ₃	2379	2440	2376									
	F ₄	3353	-	-									

Valeurs moyennes en Hz pour les 4 premiers formants des voyelles orales du français et des voyelles toniques de l'italien, prononcées par des locuteurs natifs, relevées dans les articles cités dans le chapitre II. Le tiret indique une absence de renseignement.

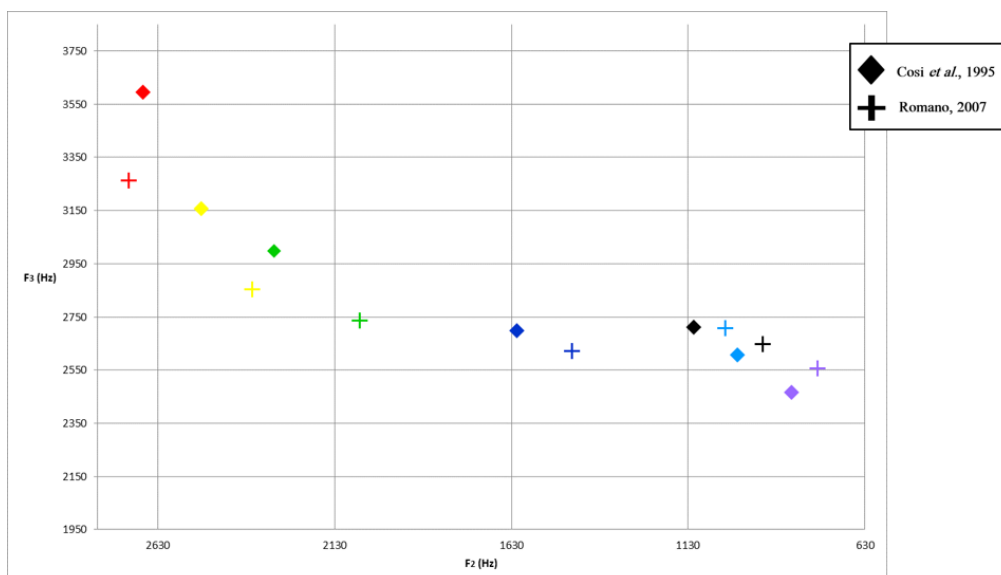
Annexe III

Projection des voyelles de l'italien sur un axe F_1/F_2 d'une part et F_2/F_3 d'autre part, et tables des valeurs moyennes de formants

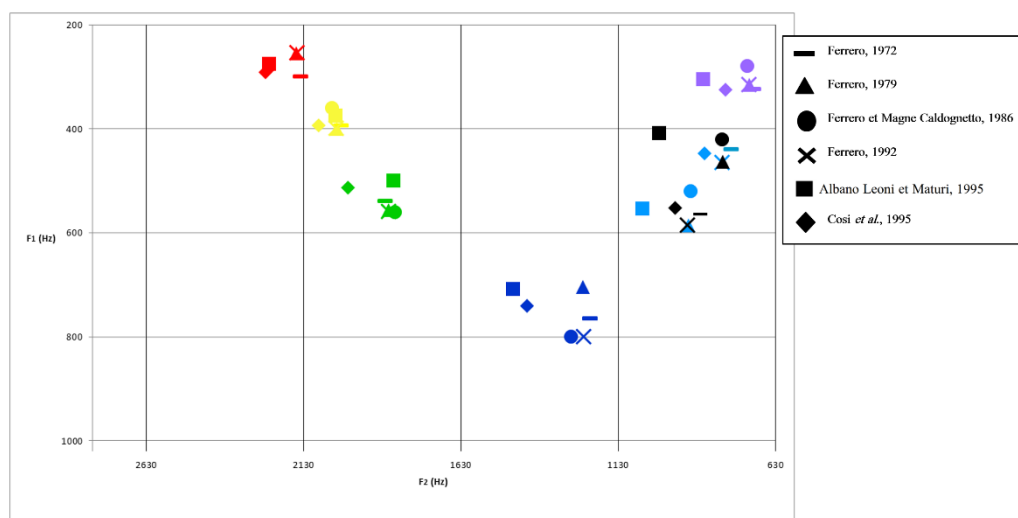
Dans trois des tables de valeurs formantiques pour les voyelles toniques de l'italien parues dans les articles de Ferrero (1972 ; 1992) et Cosi et al. (1995), les valeurs moyennes pour [o] et [ɔ] nous semblent inversées. De plus, dans l'article publié en 1972 et dans le rappel de ces valeurs citées dans son article de 1992, Ferrero ne renseigne pas exactement les mêmes valeurs F_1 et F_2 pour une partie des voyelles.



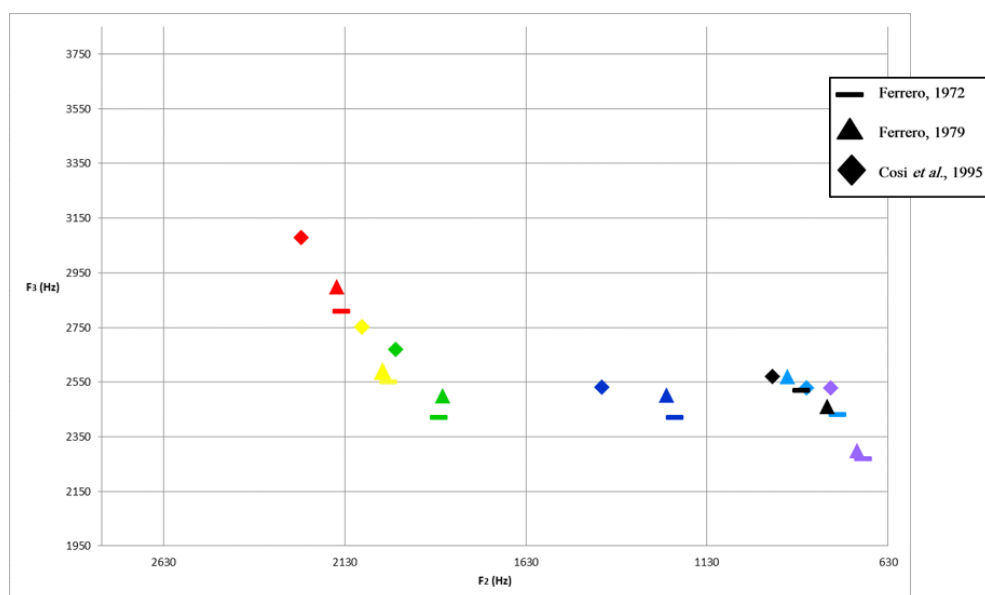
Superposition des espaces vocaliques de l'italien dans le plan F_1/F_2 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des voyelles émises par des locutrices natives, et issues des articles référencés.



Superposition des espaces vocaliques de l'italien dans le plan F_2/F_3 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des voyelles émises par des locutrices natives, et issues des articles référencés.



Superposition des espaces vocaliques de l'italien dans le plan F_1/F_2 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des voyelles émises par des locuteurs natifs, et issues des articles référencés.



Superposition des espaces vocaliques de l'italien dans le plan F_2/F_3 , à partir des valeurs moyennes de formants pour des voyelles émises par des locuteurs natifs, et issues des articles référencés.

		Français			Italien			
		Calliope, 1989	Gendrot et Adda-Decker, 2005	Georgeton et al. , 2012	Ferrero et Magne Caldognetto, 1986	Cosi et al. , 1995	Ferrero et al. , 1995	Romano, 2007
/ i /	F ₁	306	348	275	320	339	290	294
	F ₂	2456	2365	2585	2750	2672	2630	2712
	F ₃	3389	3130	3815	-	3595	3280	3261
	F ₄	3966	-	4521	-	-	-	-
/ e /	F ₁	417	423	405	400	436	420	419
	F ₂	2351	2176	2553	2500	2508	2498	2364
	F ₃	3128	2860	3346	-	3158	3072	2853
	F ₄	4161	-	4325	-	-	-	-
/ ε /	F ₁	660	526	614	620	630	681	624
	F ₂	2080	2016	2306	2400	2302	2086	2059
	F ₃	2954	2800	3137	-	2999	2910	2737
	F ₄	4231	-	4383	-	-	-	-
/ a /	F ₁	788	685	830	920	875	956	985
	F ₂	1503	1677	1438	1400	1614	1507	1459
	F ₃	2737	2735	2900	-	2697	2672	2620
	F ₄	3950	-	4065	-	-	-	-
/ ɔ /	F ₁	634	528	595	640	506	681	634
	F ₂	1180	1347	1144	1200	990	1065	1024
	F ₃	2690	2743	2907	-	2606	2752	2707
	F ₄	3950	-	4035	-	-	-	-
/ o /	F ₁	461	438	415	400	688	470	441
	F ₂	855	1140	842	920	1115	854	919
	F ₃	2756	2790	2862	-	2712	2853	2646
	F ₄	3805	-	4048	-	-	-	-
/ u /	F ₁	311	404	291	360	360	321	315
	F ₂	804	1153	779	760	838	747	765
	F ₃	2485	2742	2648	-	2466	2750	2555
	F ₄	3550	-	3980	-	-	-	-
/ y /	F ₁	305	371	276				
	F ₂	2046	2063	2091				
	F ₃	2535	2745	2579				
	F ₄	3570	-	3826				
/ ø /	F ₁	469	420	406				
	F ₂	1605	1643	1599				
	F ₃	2581	2687	2703				
	F ₄	4005	-	3985				
/ œ /	F ₁	647	436	599				
	F ₂	1690	1643	1678				
	F ₃	2753	2715	2843				
	F ₄	4038	-	4107				

Valeurs moyennes en Hz pour les 4 premiers formants des voyelles toniques de l'italien et des voyelles orales du français, prononcées par des locutrices natives, relevées dans les articles référencés dans la première ligne de la table. Le tiret indique une absence de données numériques.

Français				Italien								
				Calliope, 1989	Gendrot et Adda-Decker, 2005	Romano, non publié	Ferrero, 1972	Ferrero, 1979	Ferrero et Magne Caldognetto, 1986	Così et al. , 1995	Albano Leoni et Maturi, 1995	Ferrero et al. , 1995
/ i /	F ₁	308	310	240	300	255	280	255	291	275	251	
	F ₂	2064	2005	2070	2140	2153	2240	2150	2251	2240	2071	
	F ₃	2976	2784	2572	2810	2899	-	-	3079	-	2770	
	F ₄	3407	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
/ e /	F ₁	365	370	405	395	400	360	400	394	375	351	
	F ₂	1961	1850	1634	2010	2025	2040	2025	2082	2028	1953	
	F ₃	2644	2545	2506	2550	2589	-	-	2752	-	2546	
	F ₄	3362	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
/ ε /	F ₁	530	438	523	540	557	560	560	513	500	526	
	F ₂	1718	1717	1504	1870	1860	1840	1860	1989	1844	1755	
	F ₃	2558	2490	2332	2420	2499	-	-	2669	-	2568	
	F ₄	3300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
/ a /	F ₁	684	557	654	765	705	800	800	742	708	716	
	F ₂	1256	1444	1290	1220	1242	1280	1240	1420	1466	1208	
	F ₃	2503	2438	2315	2420	2502	-	-	2532	-	2410	
	F ₄	3262	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
/ ɔ /	F ₁	531	456	500	440	586	520	465	447	554	514	
	F ₂	998	1203	980	770	908	900	800	856	1055	847	
	F ₃	2399	2420	2288	2430	2570	-	-	2528	-	2447	
	F ₄	3278	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
/ o /	F ₁	383	397	370	565	463	420	585	552	409	383	
	F ₂	793	1041	676	870	799	800	910	949	1001	788	
	F ₃	2283	2477	2746	2520	2460	-	-	2569	-	2450	
	F ₄	3256	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
/ u /	F ₁	315	371	261	325	315	280	315	325	305	258	
	F ₂	764	1105	675	700	715	720	715	789	861	701	
	F ₃	2027	2470	2444	2270	2300	-	-	2529	-	2370	
	F ₄	3118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
/ y /	F ₁	300	336	286								
	F ₂	1750	1803	1591								
	F ₃	2120	2425	2201								
	F ₄	3145	-	-								
/ ø /	F ₁	381	384	360								
	F ₂	1417	1474	1193								
	F ₃	2235	2405	2354								
	F ₄	3215	-	-								
/ œ /	F ₁	517	400	457								
	F ₂	1391	1445	1220								
	F ₃	2379	2440	2376								
	F ₄	3353	-	-								

Valeurs moyennes en Hz pour les 4 premiers formants des voyelles toniques de l'italien et des voyelles orales du français, prononcées par des locuteurs natifs, relevées dans les articles référencés dans la première ligne de la table. Le tiret indique une absence de données numériques.

Annexe IV

Valeurs moyennes de formants, écarts types (en Hz) et nombre d'occurrences par voyelle tonique de l'italien produites par des locuteurs et locutrices natifs aux trois tâches de lecture.

		LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7			LF8			LF9			LF10			LH1			LH2			LH3		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb			
/ i /	F ₁	491	(51)		493	(44)		425	(35)		464	(23)		378	(23)		435	(54)		457	(83)		394	(42)		378	(53)		406	(22)		347	(61)		314	(50)		349	(28)	
	F ₂	2660	(149)	36	2734	(102)	37	2636	(216)	35	2805	(96)	35	2538	(181)	36	2476	(197)	35	2524	(114)	35	2491	(276)	35	2512	(144)	70	2479	(156)	35	2421	(150)	36	2177	(147)	35	2042	(179)	31
	F ₃	2997	(236)		3361	(198)		3091	(185)		3397	(185)		3188	(250)		3222	(303)		2824	(292)		3115	(137)		3112	(228)		3147	(176)		2974	(289)		2786	(145)		2855	(197)	
	F ₄	3565	(310)		4046	(303)		4032	(345)		4018	(303)		3891	(248)		4112	(242)		3620	(397)		4074	(290)		4144	(108)		3967	(384)		3720	(143)		3712	(275)		4001	(238)	
/ e /	F ₁	466	(41)		500	(54)		444	(62)		483	(39)		471	(31)		478	(43)		523	(36)		510	(102)		476	(49)		493	(37)		437	(34)		403	(81)		442	(36)	
	F ₂	2518	(129)	60	2323	(194)	89	2370	(139)	64	2464	(184)	54	2144	(131)	100	2155	(193)	82	2270	(182)	56	2194	(141)	65	2306	(168)	181	2050	(73)	28	2110	(156)	47	1668	(127)	37	1823	(144)	43
	F ₃	3150	(231)		3144	(127)		3024	(108)		3203	(111)		3018	(87)		2929	(159)		2811	(265)		3063	(86)		3062	(104)		2945	(78)		2713	(86)		2589	(151)		2573	(123)	
	F ₄	3461	(259)		4033	(315)		4129	(103)		3839	(466)		4101	(153)		4168	(155)		3633	(472)		3782	(474)		4161	(118)		4162	(298)		3700	(167)		3606	(282)		3610	(265)	
/ ε /	F ₁	740	(55)		498	(75)		630	(53)		604	(80)		534	(62)		522	(44)		545	(45)		605	(94)		513	(43)		631	(63)		579	(42)		483	(63)		485	(40)	
	F ₂	2191	(211)	39	2161	(139)	12	2140	(140)	34	2319	(139)	44	2129	(180)	2	1958	(170)	15	2109	(290)	42	1914	(165)	33	2031	(145)	15	2029	(87)	70	1978	(84)	51	1623	(159)	61	1716	(121)	49
	F ₃	2801	(272)		3046	(117)		3030	(85)		3175	(135)		3103	-		2885	(165)		2801	(278)		3087	(70)		3009	(80)		2948	(129)		2607	(105)		2606	(82)		2588	(80)	
	F ₄	3242	(273)		4031	(368)		4006	(293)		3563	(437)		4083	(156)		4047	(240)		3642	(466)		3667	(488)		4140	(79)		4153	(253)		3749	(105)		3639	(136)		3744	(225)	
/ a /	F ₁	810	(135)		679	(122)		809	(143)		835	(111)		697	(110)		661	(63)		826	(117)		758	(67)		787	(105)		712	(78)		724	(73)		619	(103)		601	(66)	
	F ₂	1591	(71)	43	1603	(89)	43	1582	(68)	41	1520	(77)	40	1427	(97)	42	1512	(94)	41	1489	(62)	40	1454	(71)	42	1373	(76)	82	1439	(93)	42	1356	(74)	43	1191	(46)	35	1288	(55)	37
	F ₃	2780	(166)		3049	(177)		2916	(109)		3060	(100)		2826	(166)		2553	(226)		2771	(253)		3135	(98)		2946	(152)		2676	(234)		2645	(121)		2481	(149)		2482	(121)	
	F ₄	3813	(376)		3995	(267)		3792	(261)		3712	(518)		3902	(296)		4120	(183)		3945	(298)		3799	(423)		3803	(168)		3976	(226)		3839	(176)		3450	(83)		3575	(188)	
/ ɔ /	F ₁	634	(106)		659	(102)		574	(34)		575	(81)		559	(85)		592	(52)		558	(56)		690	(80)		608	(85)		646	(44)		603	(43)		589	(71)		502	(81)	
	F ₂	1230	(155)	45	1293	(133)	37	1159	(102)	34	1153	(111)	29	1197	(153)	36	1297	(94)	19	1130	(119)	34	1226	(69)	25	1217	(207)	53	1270	(70)	33	1128	(148)	29	1093	(81)	26	1179	(145)	21
	F ₃	2859	(339)		3014	(178)		3038	(94)		3123	(234)		3061	(171)		2530	(175)		2973	(183)		3090	(125)		3333	(92)		2659	(304)		2606	(250)		2617	(115)		2638	(186)	
	F ₄	3626	(225)		4016	(154)		3737	(149)		3932	(280)		3905	(168)		3711	(244)		3838	(328)		3937	(120)		3869	(196)		3899	(162)		3705	(240)		3486	(184)		3684	(264)	
/ o /	F ₁	565	(68)		552	(68)		508	(41)		494	(18)		515	(22)		563	(20)		569	(39)		598	(148)		555	(52)		577	(36)		512	(36)		497	(97)		494	(50)	
	F ₂	1135	(208)	5	1303	(145)	14	1114	(113)	15	1071	(105)	20	1037	(80)	16	1234	(95)	30	1096	(96)	11	1305	(171)	24	1094	(167)	45	1344	(131)	15	1139	(143)	21	1081	(103)	23	1151	(82)	23
	F ₃	3169	(65)		3143	(76)		2963	(118)		3241	(67)		2972	(108)		2808	(126)		2923	(197)		3019	(192)		3235	(182)		2897	(152)		2679	(129)		2647	(189)		2793	(260)	
	F ₄	3764	(344)		4046	(301)		3970	(90)		4059	(138)		3938	(245)		3789	(182)		3601	(527)		3922	(248)		3802	(212)		4006	(83)		3830	(259)		3423	(149)		3494	(135)	
/ u /	F ₁	481	(42)		454	(61)		457	(67)		433	(40)		389	(40)		467	(66)		421	(102)		368	(29)		451	(65)		404	(62)		413	(50)		362	(43)		387	(31)	
	F ₂	1011	(123)	49	964	(177)	48	1039	(175)	47	914	(197)	48	1038	(190)	44	966	(140)	46	945	(248)	40	968	(85)	48	971	(310)	93	1010	(150)	45	930	(222)	45	1060	(128)	43	963	(249)	43
	F ₃	2885	(226)		2990	(230)		2995	(221)		2861	(302)		2790	(286)		2590	(178)		2626	(329)		2961	(226)		2784	(170)		2771	(324)		2655	(232)		2686	(222)		2577	(276)	
	F ₄	3848	(280)		4027	(216)		3865	(277)		3826	(189)		3933	(276)		3945	(232)		3595	(348)		3956	(353)		3973	(209)		3811	(270)		3907	(208)		3701	(240)		3556	(403)	

Tâche 1 (phrases lues)

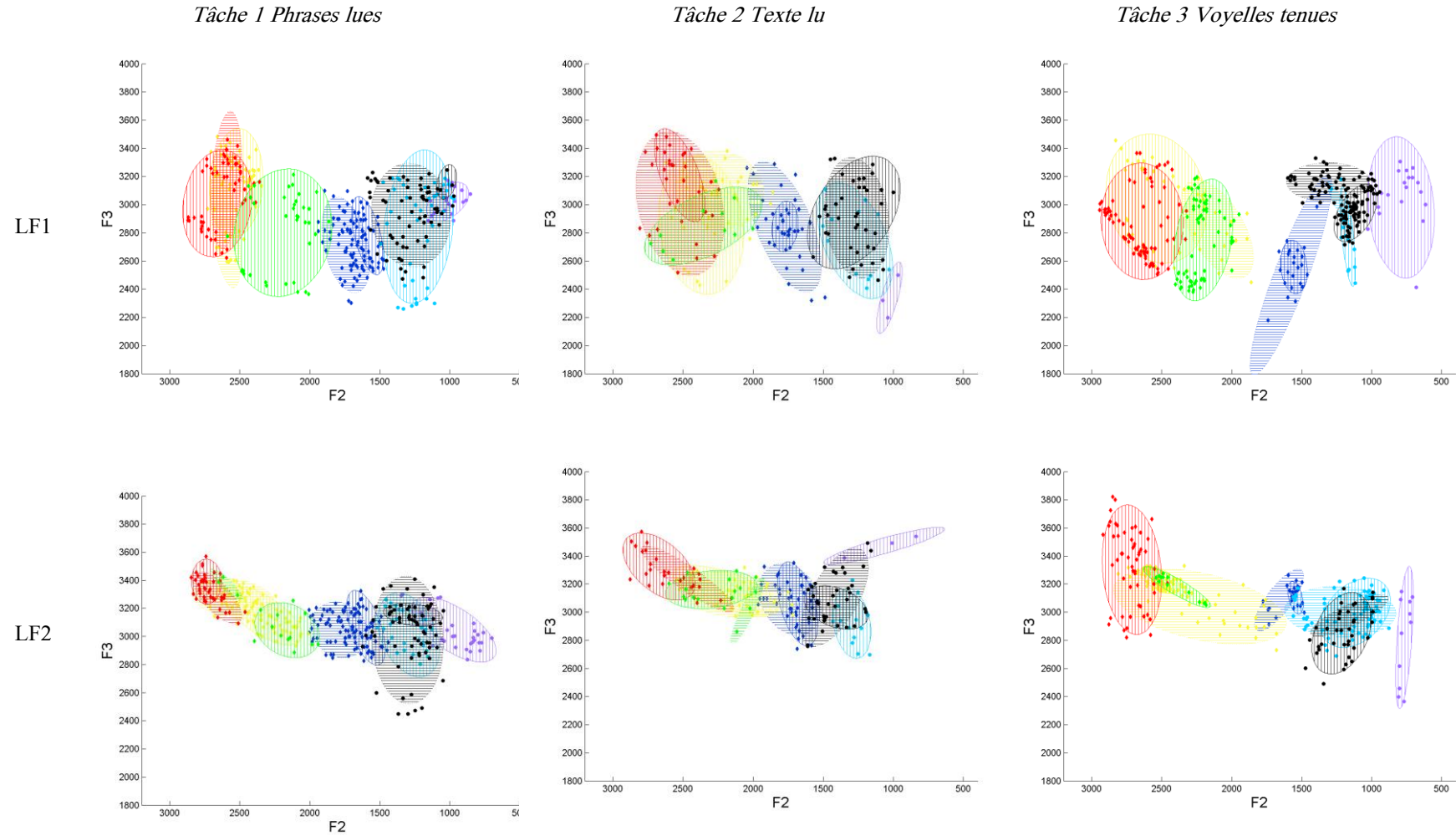
		LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7			LF8			LF9			LF10			LH1			LH2			LH3		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb
/ i /	F ₁	465	(52)		481	(54)		423	(23)		463	(29)		366	(32)		409	(55)		405	(61)		337	(40)		382	(60)		409	(43)		338	(27)		278	(44)		324	(21)	
	F ₂	2555	(143)	21	2653	(198)	23	2573	(158)	23	2771	(108)	26	2447	(184)	22	2359	(198)	20	2365	(188)	18	2426	(145)	17	2453	(187)	47	2471	(172)	25	2360	(183)	22	2267	(246)	20	2060	(180)	25
	F ₃	3158	(226)		3242	(210)		3033	(165)		3327	(233)		3051	(216)		3076	(315)		2829	(230)		3022	(175)		3134	(260)		3106	(171)		2914	(202)		2837	(217)		2804	(222)	
	F ₄	3595	(278)		4214	(308)		4180	(154)		4037	(389)		3957	(322)		4123	(232)		3569	(461)		3870	(500)		4143	(195)		4052	(279)		3779	(169)		3652	(211)		3961	(234)	
/ e /	F ₁	478	(51)		493	(70)		468	(36)		491	(36)		446	(62)		495	(55)		507	(62)		463	(132)		463	(70)		495	(82)		449	(37)		411	(65)		425	(48)	
	F ₂	2403	(221)	17	2220	(240)	15	2257	(222)	19	2439	(265)	20	2105	(197)	18	2039	(224)	19	2104	(227)	18	2174	(330)	19	2288	(208)	37	2099	(115)	17	2142	(177)	18	1631	(184)	17	1810	(122)	19
	F ₃	2863	(288)		3149	(106)		3041	(111)		3211	(166)		3049	(117)		2827	(137)		2850	(281)		2987	(122)		3137	(116)		3070	(110)		2743	(100)		2601	(100)		2616	(118)	
	F ₄	3543	(374)		3943	(432)		4139	(154)		3758	(478)		4056	(160)		4177	(124)		3761	(467)		3622	(498)		4181	(121)		4153	(339)		3815	(140)		3535	(271)		3858	(302)	
/ ε /	F ₁	653	(137)		538	(55)		576	(38)		595	(70)		492	(40)		513	(47)		565	(56)		572	(87)		513	(65)		617	(61)		564	(63)		500	(62)		486	(43)	
	F ₂	2392	(246)	13	2300	(196)	15	2247	(78)	13	2225	(71)	12	2099	(147)	15	2080	(166)	13	2038	(180)	14	2093	(254)	13	2280	(188)	26	2008	(54)	14	1999	(70)	15	1631	(72)	15	1783	(128)	16
	F ₃	2922	(236)		3152	(88)		3026	(66)		3137	(203)		3047	(85)		2983	(94)		2952	(171)		3104	(74)		3161	(96)		3045	(73)		2701	(87)		2627	(62)		2599	(91)	
	F ₄	3311	(297)		3801	(506)		3947	(409)		3528	(429)		3995	(275)		4097	(289)		3777	(474)		3565	(484)		4220	(75)		4018	(503)		3774	(101)		3452	(169)		3839	(231)	
/ a /	F ₁	886	(145)		705	(135)		895	(146)		746	(94)		804	(136)		666	(75)		790	(126)		707	(121)		778	(146)		728	(88)		681	(66)		655	(149)		598	(66)	
	F ₂	1694	(125)	17	1701	(108)	15	1690	(85)	18	1702	(98)	16	1611	(113)	15	1683	(115)	18	1669	(139)	14	1576	(120)	16	1527	(118)	35	1665	(159)	14	1520	(80)	15	1315	(104)	14	1413	(74)	16
	F ₃	2753	(250)		3071	(177)		2956	(107)		3008	(284)		2968	(175)		2548	(170)		2697	(387)		3059	(173)		3039	(140)		2887	(259)		2648	(187)		2493	(136)		2535	(153)	
	F ₄	3688	(496)		3864	(439)		3833	(345)		3743	(504)		3855	(433)		4055	(207)		3818	(489)		3748	(435)		3912	(197)		4134	(127)		3873	(122)		3546	(158)		3715	(244)	
/ o /	F ₁	716	(150)		566	(66)		538	(62)		595	(70)		543	(43)		570	(40)		536	(77)		659	(105)		546	(57)		613	(52)		513	(46)		480	(46)		482	(96)	
	F ₂	1291	(167)	14	1295	(81)	15	1208	(152)	13	1232	(117)	17	1178	(91)	15	1287	(114)	16	1139	(146)	13	1215	(134)	13	1081	(147)	29	1266	(131)	16	1085	(116)	12	1054	(52)	12	1225	(137)	19
	F ₃	2762	(245)		2938	(158)		2952	(115)		3069	(143)		2850	(65)		2661	(132)		2713	(200)		3080	(140)		3121	(149)		2756	(238)		2744	(242)		2669	(157)		2658	(210)	
	F ₄	3802	(284)		4008	(164)		3849	(118)		3946	(248)		3896	(182)		3881	(195)		3943	(133)		3991	(243)		3812	(245)		3916	(138)		3672	(243)		3559	(158)		3532	(291)	
/ o /	F ₁	477	(39)		605	(59)		507	(36)		540	(37)		540	(60)		551	(46)		546	(36)		527	(142)		547	(75)		591	(102)		476	(44)		459	(83)		499	(44)	
	F ₂	1282	(199)	11	1380	(169)	13	1279	(159)	15	1343	(107)	11	1269	(144)	13	1343	(89)	12	1187	(175)	12	1346	(184)	14	1204	(176)	27	1443	(157)	10	1167	(99)	16	1168	(86)	12	1231	(142)	15
	F ₃	2953	(220)		2994	(202)		2923	(132)		3099	(137)		2857	(233)		2597	(239)		2916	(223)		3047	(115)		3071	(159)		2980	(102)		2794	(217)		2670	(192)		2623	(250)	
	F ₄	3574	(309)		3909	(303)		3912	(159)		3940	(229)		3921	(194)		3704	(257)		3784	(388)		3906	(279)		3873	(273)		4033	(176)		3754	(208)		3575	(278)		3512	(282)	
/ u /	F ₁	497	(71)		417	(76)		462	(18)		454	(52)		394	(20)		543	(52)		399	(36)		300	-		399	(56)		423	(35)		407	(58)		408	-		356	(27)	
	F ₂	1029	(45)	4	1064	(270)	5	1124	(137)	5	911	(229)	5	1107	(67)	4	1010	(151)	4	894	(315)	4	1018	(69)	3	1126	(143)	7	992	-	3	830	(196)	5	1029	(60)	3	1041	(40)	5
	F ₃	2584	(505)		3345	(185)		2897	(441)		3070	(391)		2765	(361)		2607	(292)		2601	(419)		3008	(174)		2802	(157)		2963	(403)		2541	(207)		2939	(285)		2943	(303)	
	F ₄	3663	(365)		3929	(333)		3934	(252)		3725	(270)		3928	(361)		3994	(153)		3900	(378)		3843	(559)		3951	(262)		3895	(128)		3817	(196)		3675	(404)		3223	(153)	

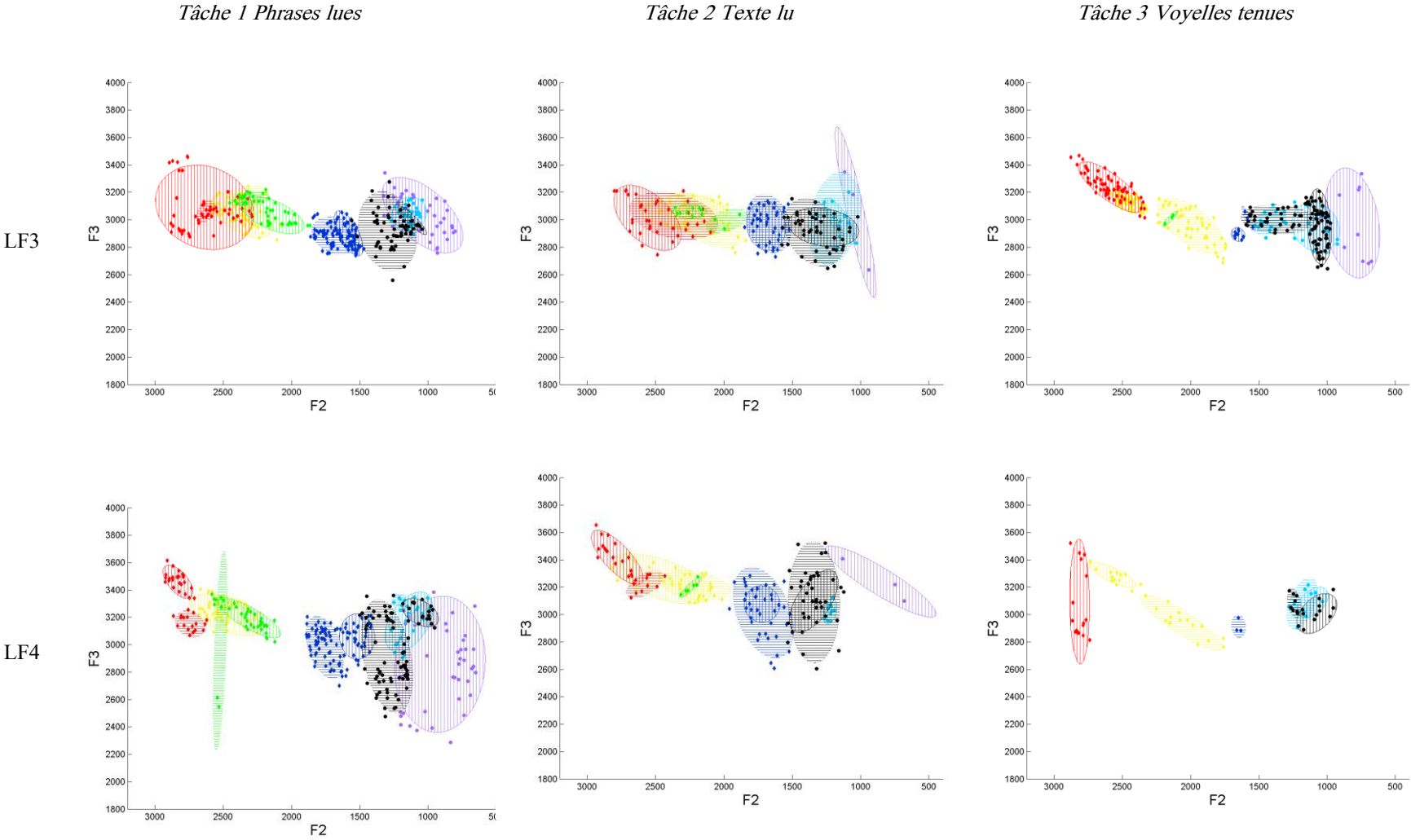
Tâche 2 (Texte lu)

		LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7			LF8			LF9			LF10			LH1			LH2			LH3		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb
/ i /	F ₁	460	(36)		536	(59)		442	(38)		440	(13)		352	(10)		463	(68)		457	(55)		310	(32)		361	(38)		386	(35)		383	(73)		243	(50)		361	(33)	
	F ₂	2650	(180)	98	2690	(180)		2619	(180)		2772	(138)		2437	(186)		2130	(210)		2425	(230)		2517	(288)		2534	(153)		2399	(216)		2478	(122)		2319	(216)		2186	(158)	
	F ₃	2866	(240)		3263	(277)	74	3200	(175)	106	3092	(253)	29	3085	(199)	52	2930	(248)	79	2697	(177)	82	3034	(122)	104	3288	(296)	199	2936	(282)	90	2991	(264)	81	2817	(239)	92	2847	(223)	66
	F ₄	3493	(242)		4208	(256)		3969	(318)		4027	(356)		3887	(234)		3946	(255)		3368	(257)		3784	(389)		4058	(189)		3868	(394)		3808	(114)		3602	(148)		3886	(159)	
/ e /	F ₁	496	(40)		483	(46)		485	(61)		484	(47)		452	(39)		463	(33)		499	(41)		539	(132)		515	(87)		562	(58)		437	(24)		434	(82)		444	(61)	
	F ₂	2580	(208)	50	2494	(106)	114	2463	(94)	107	2632	(103)	29	2264	(149)	85	2229	(153)	125	2231	(284)	116	2304	(134)	81	2254	(167)	134	2160	(118)	70	2254	(111)	100	1842	(148)	122	1940	(113)	67
	F ₃	2990	(270)		3208	(92)		3124	(83)		3249	(183)		3094	(79)		3043	(125)		2833	(232)		3149	(45)		3163	(83)		3134	(84)		2808	(110)		2676	(93)		2668	(127)	
	F ₄	3379	(164)		3954	(513)		4114	(196)		3919	(446)		3873	(368)		4237	(150)		3380	(393)		3505	(430)		4176	(131)		4026	(499)		3765	(110)		3504	(124)		3861	(169)	
/ ε /	F ₁	789	(96)		547	(71)		532	(50)		555	(64)		578	(83)		585	(97)		568	(74)		691	(117)		643	(104)		721	(85)		607	(72)		560	(51)		509	(62)	
	F ₂	2162	(210)	95	2391	(174)	32	2262	(186)	39	2318	(198)	30	2084	(172)	12	1964	(190)	14	2092	(188)	29	2181	(167)	55	2241	(123)	111	2124	(72)	74	2030	(95)	45	1657	(100)	13	1958	(114)	34
	F ₃	2752	(258)		3187	(88)		3072	(71)		3235	(65)		3073	(37)		2831	(207)		2848	(271)		3140	(63)		3176	(83)		3106	(75)		2697	(75)		2573	(67)		2665	(122)	
	F ₄	3337	(346)		3620	(511)		3900	(430)		3615	(514)		3986	(376)		4147	(302)		3527	(481)		3531	(440)		4133	(150)		3640	(505)		3768	(106)		3477	(60)		3817	(188)	
/ a /	F ₁	1024	(49)		878	(54)		993	(34)		963	-		915	(70)		743	(37)		935	(81)		897	(105)		925	(110)		894	(98)		830	(27)		799	(55)		811	(37)	
	F ₂	1595	(103)	38	1550	(48)	33	1611	(64)	31	1586	(38)	12	1418	(104)	19	1606	(41)	32	1485	(89)	37	1536	(88)	41	1520	(62)	69	1443	(84)	37	1450	(51)	40	1304	(53)	37	1372	(60)	22
	F ₃	2582	(248)		3078	(91)		2866	(66)		3128	(71)		2946	(123)		2493	(141)		2767	(161)		3107	(50)		3070	(139)		2778	(143)		2618	(78)		2705	(139)		2616	(79)	
	F ₄	3954	(299)		3564	(483)		3839	(293)		3706	(526)		4027	(295)		4148	(170)		4015	(246)		3736	(526)		3894	(142)		4042	(111)		3861	(122)		3534	(159)		3740	(119)	
/ ɔ /	F ₁	704	(131)		518	(63)		508	(48)		625	(82)		585	(83)		553	(29)		539	(48)		689	(75)		585	(64)		612	(69)		532	(68)		540	(60)		507	(52)	
	F ₂	1144	(54)	40	1100	(141)	78	1086	(132)	43	1129	(73)	29	1167	(106)	19	1109	(139)	91	1053	(89)	81	1120	(88)	48	1075	(123)	110	1163	(60)	64	951	(109)	63	1002	(76)	49	951	(146)	45
	F ₃	2853	(293)		2992	(157)		3002	(107)		3136	(116)		2870	(152)		2636	(150)		2864	(234)		3077	(166)		3075	(181)		2668	(241)		2671	(227)		2776	(166)		2585	(198)	
	F ₄	3688	(265)		4030	(169)		3910	(182)		4256	(98)		3940	(182)		3836	(142)		3853	(176)		4039	(196)		3797	(198)		3840	(160)		3822	(199)		3364	(228)		3504	(139)	
/ o /	F ₁	527	(57)		511	(58)		519	(41)		480	(43)		503	(48)		578	(30)		530	(38)		599	(129)		580	(63)		592	(87)		475	(54)		466	(104)		468	(54)	
	F ₂	1106	(110)	112	1195	(147)	41	1060	(70)	96	1053	(91)	37	1075	(141)	62	1174	(106)	57	1064	(154)	65	1112	(89)	100	1086	(136)	153	1196	(74)	84	932	(100)	87	1024	(112)	82	1043	(106)	44
	F ₃	2955	(166)		2874	(176)		2959	(159)		3073	(182)		2872	(163)		2542	(117)		2851	(200)		3091	(193)		2991	(191)		2785	(217)		2793	(291)		2731	(191)		2573	(230)	
	F ₄	3902	(380)		4053	(233)		3875	(140)		4081	(98)		3886	(222)		3880	(159)		3817	(275)		4031	(310)		3839	(219)		3896	(159)		3807	(250)		3550	(256)		3555	(164)	
/ u /	F ₁	429	(37)		455	(68)		370	(42)		438	(32)		376	(22)		418	(24)		419	(86)		327	(21)		442	(75)		437	(60)		328	(30)		353	(33)		396	(47)	
	F ₂	786	(127)	40	796	(153)	38	846	(123)	40	699	(57)	20	875	(252)	29	892	(206)	40	787	(247)	40	882	(102)	41	840	(227)	80	847	(134)	40	793	(202)	40	890	(178)	40	722	(143)	32
	F ₃	3033	(277)		2990	(249)		2991	(164)		3024	(112)		2823	(276)		2477	(165)		2840	(281)		3069	(160)		2729	(166)		2772	(352)		2798	(238)		2668	(154)		2557	(217)	
	F ₄	3722	(391)		3917	(252)		4117	(160)		4006	(82)		3919	(319)		3749	(276)		3929	(592)		3955	(273)		3931	(280)		3631	(242)		3664	(322)		3577	(251)		3519	(194)	

Tâche 3 (Voyelles tenues)

Ellipses de dispersion à 75 % projetées dans les plans cartésiens F_2/F_3 à partir des valeurs moyennes de formants des voyelles toniques de l'italien produites par des locuteurs et locutrices natifs (numéros de sujets à gauche).



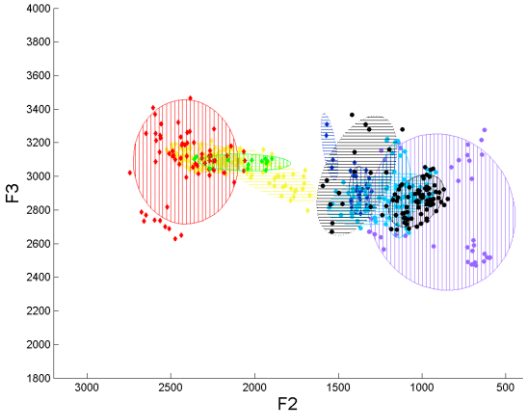
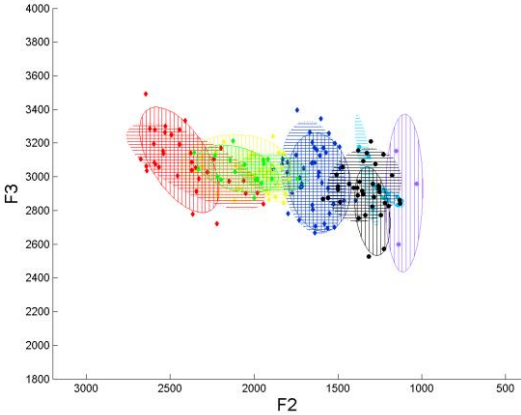
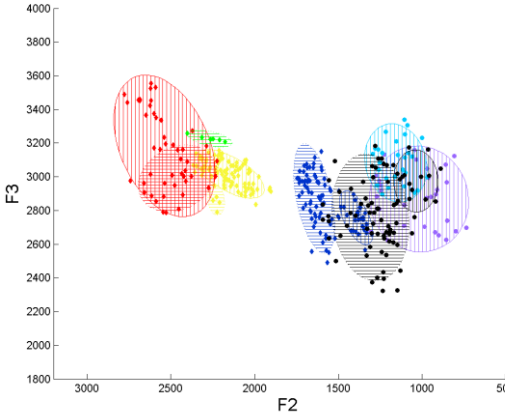


Tâche 1 Phrases lues

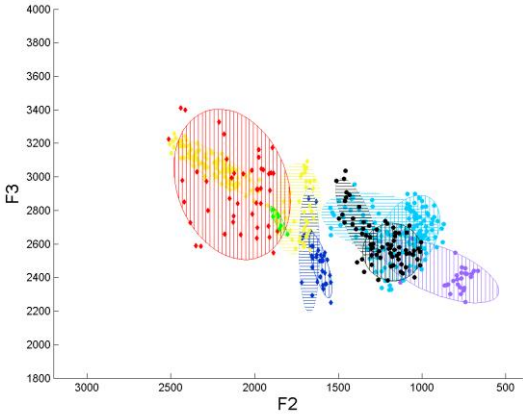
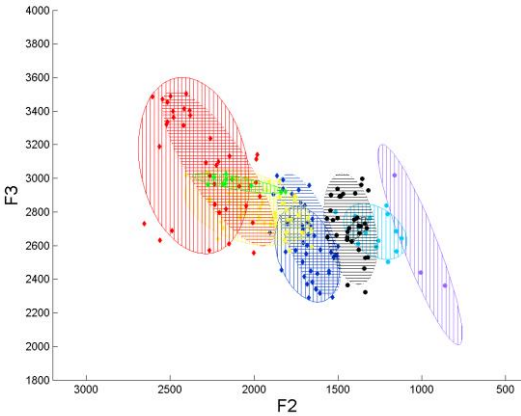
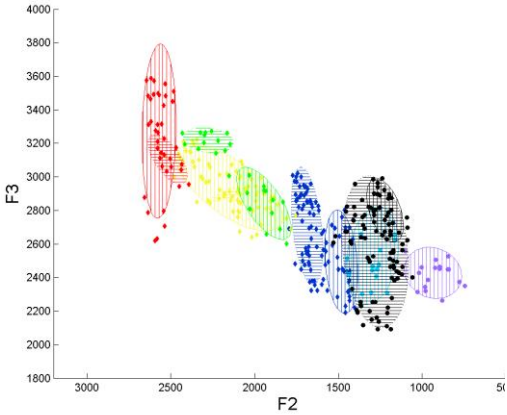
Tâche 2 Texte lu

Tâche 3 Voyelles tenues

LF5



LF6

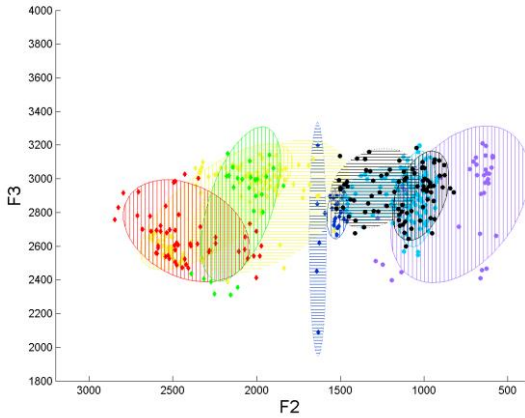
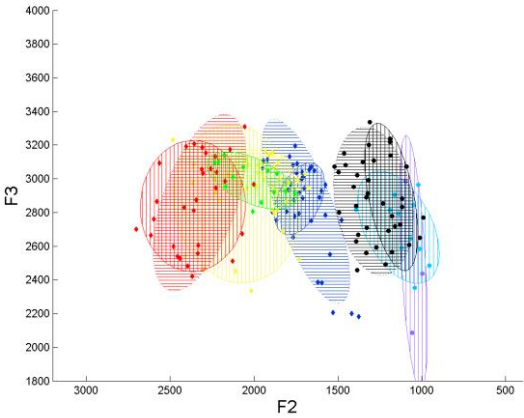
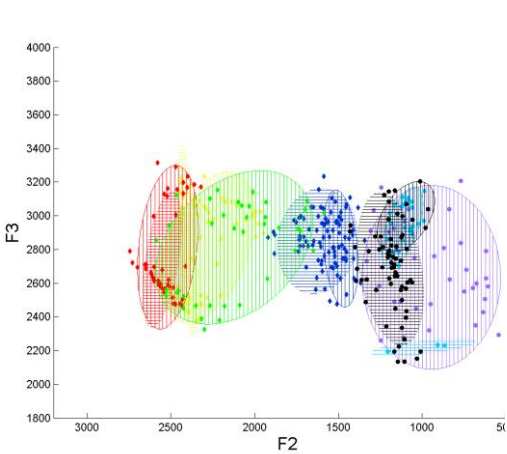


Tâche 1 Phrases lues

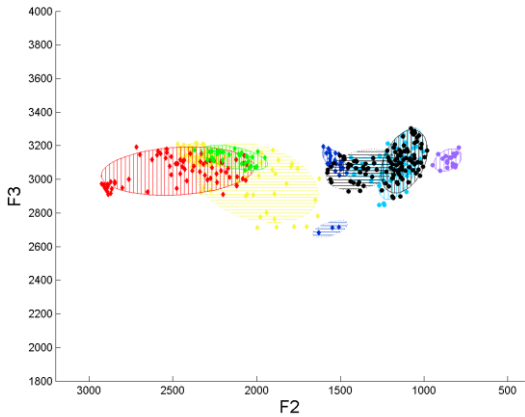
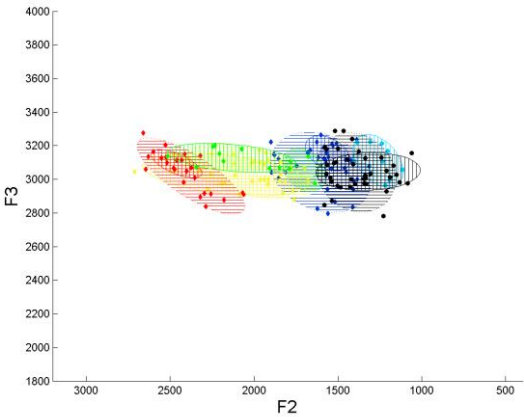
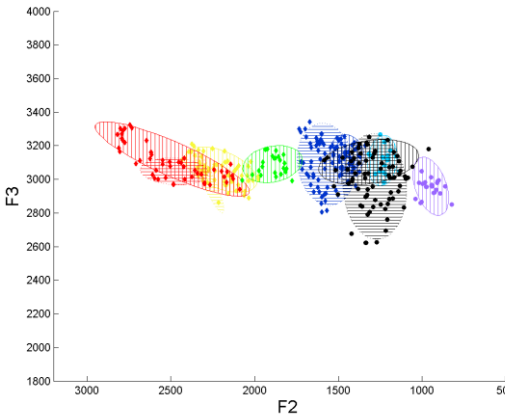
Tâche 2 Texte lu

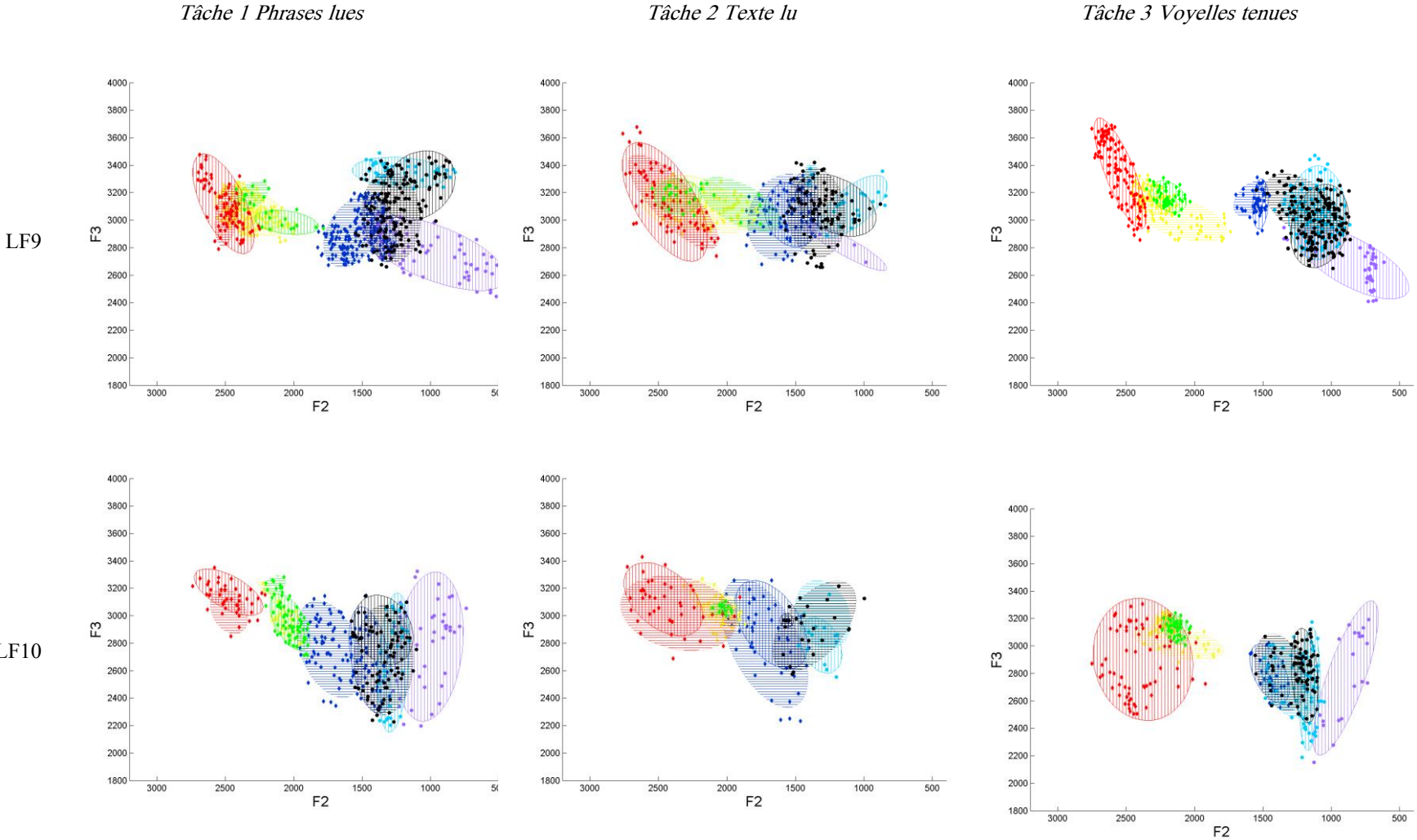
Tâche 3 Voyelles tenues

LF7

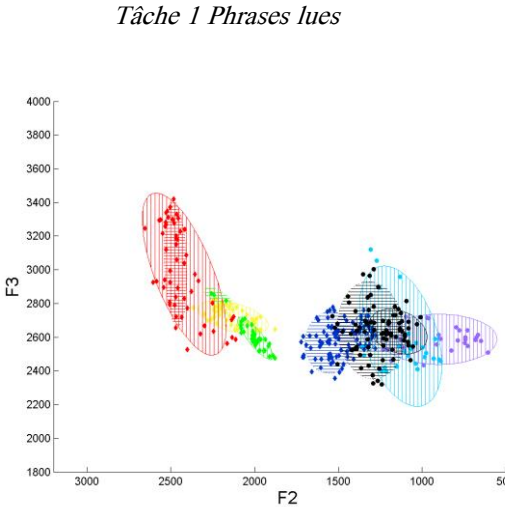


LF8

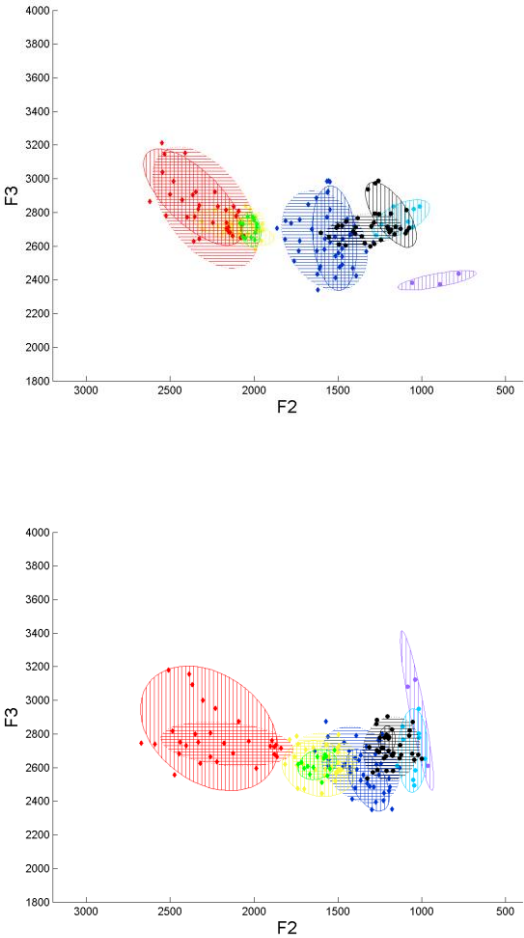




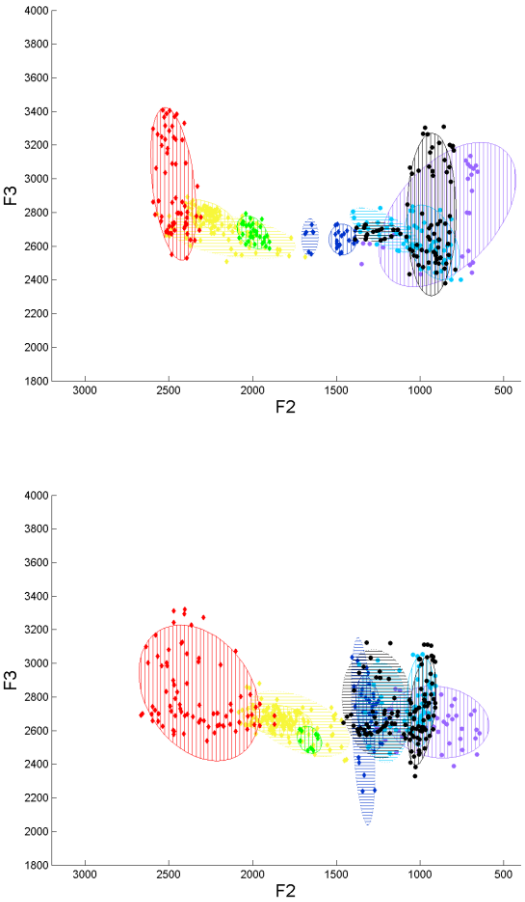
LH1



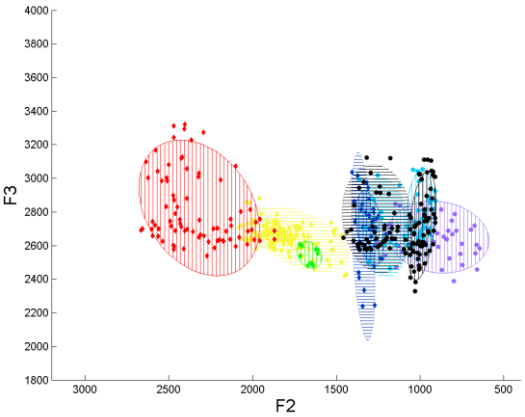
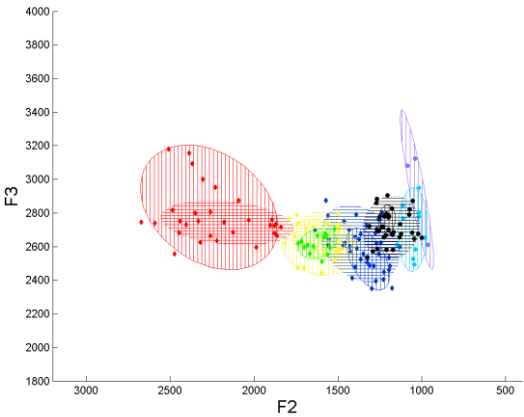
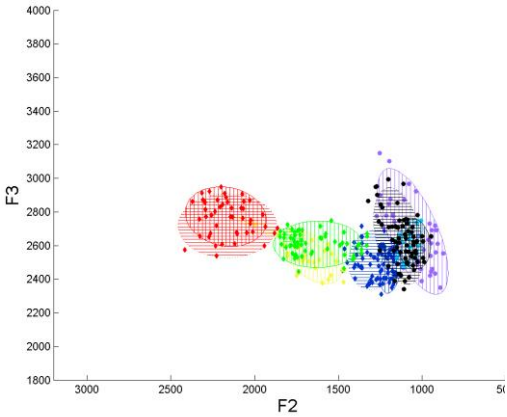
Tâche 2 Texte lu



Tâche 3 Voyelles tenues

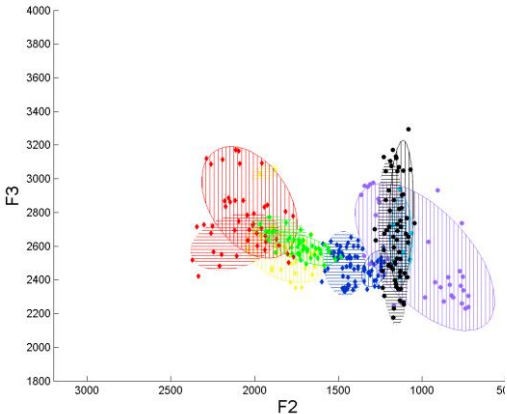


LH2

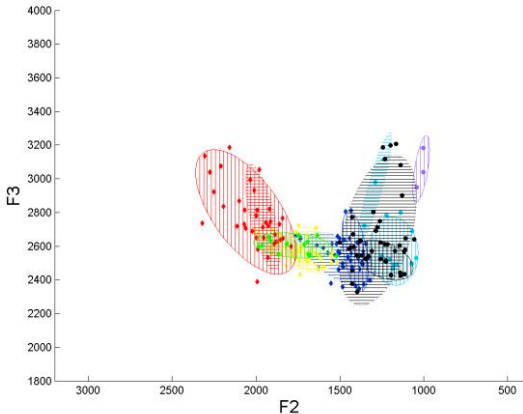


LH3

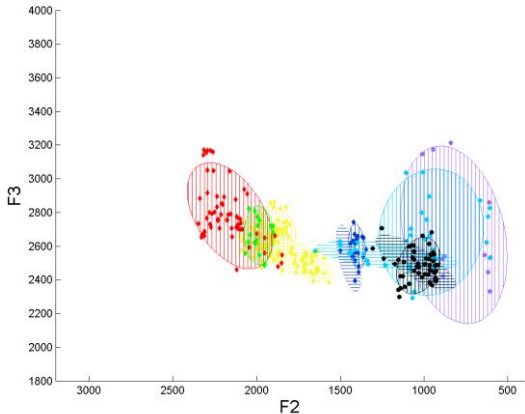
Tâche 1 Phrases lues



Tâche 2 Texte lu



Tâche 3 Voyelles tenues



Annexe V

Mesures de distances moyennes entre paires de formants successifs, écarts types (en Hz) et nombre d'occurrences par voyelle tonique de l'italien produites par des locuteurs et locutrices natifs aux trois tâches de lecture.

LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7			LF8			LF9			LF10			LH1			LH2			LH3				
	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb				
/ i /	F ₂ -F ₁	2158	(163)		2241	(104)		2212	(238)		2348	(91)		2181	(179)		2038	(220)		2077	(138)		2185	(246)		2153	(169)		2179	(81)		2127	(153)		1894	(169)		1727	(188)	
	F ₃ -F ₂	349	(290)	36	627	(211)	37	455	(261)	35	592	(161)	35	645	(249)	36	746	(303)	35	301	(333)	35	630	(174)	35	604	(193)	70	668	(231)	35	554	(219)	36	613	(180)	35	813	(220)	31
	F ₄ -F ₃	568	(366)		685	(362)		942	(400)		621	(316)		703	(418)		890	(341)		784	(417)		960	(307)		1032	(208)		821	(424)		745	(299)		927	(308)		1145	(304)	
/ e /	F ₂ -F ₁	2062	(128)		1823	(190)		1928	(177)		1981	(200)		1673	(136)		1677	(213)		1743	(170)		1685	(134)		1830	(174)		1557	(82)		1672	(178)		1274	(140)		1389	(144)	
	F ₃ -F ₂	632	(271)	60	821	(165)	89	654	(146)	64	739	(153)	54	874	(106)	100	774	(160)	82	541	(375)	56	869	(129)	65	756	(151)	181	895	(80)	28	603	(139)	47	921	(160)	37	746	(159)	43
	F ₄ -F ₃	310	(346)		889	(363)		1106	(141)		636	(496)		1083	(162)		1235	(182)		837	(473)		718	(492)		1098	(135)		1217	(304)		988	(191)		1017	(292)		1036	(253)	
/ ε /	F ₂ -F ₁	1426	(197)		1666	(165)		1502	(131)		1703	(191)		1595	(119)		1457	(164)		1571	(304)		1304	(199)		1517	(171)		1397	(79)		1398	(75)		1138	(144)		1231	(119)	
	F ₃ -F ₂	609	(360)	39	885	(159)	12	894	(113)	34	855	(151)	44	847	-	2	927	(191)	15	692	(448)	42	1167	(174)	33	978	(174)	15	921	(114)	70	630	(94)	51	985	(180)	61	872	(120)	49
	F ₄ -F ₃	441	(424)		985	(388)		976	(296)		388	(466)		1090	-		1161	(342)		841	(604)		565	(516)		1131	(124)		1205	(296)		1144	(148)		1036	(169)		1156	(203)	
/ a /	F ₂ -F ₁	781	(168)		924	(143)		774	(155)		685	(129)		725	(162)		841	(86)		660	(106)		695	(99)		580	(95)		727	(131)		629	(104)		570	(93)		687	(85)	
	F ₃ -F ₂	1194	(140)	43	1446	(173)	43	1334	(103)	41	1540	(124)	40	1397	(116)	42	1031	(183)	41	1281	(256)	40	1681	(108)	42	1573	(133)	82	1238	(213)	42	1294	(142)	43	1291	(157)	35	1194	(127)	37
	F ₄ -F ₃	1041	(453)		946	(342)		877	(287)		652	(533)		1074	(374)		1570	(292)		1174	(423)		664	(471)		858	(244)		1305	(396)		1194	(213)		969	(172)		1093	(205)	
/ ɔ /	F ₂ -F ₁	583	(184)		669	(164)		581	(103)		579	(94)		603	(176)		696	(92)		578	(99)		536	(116)		607	(161)		624	(72)		515	(152)		484	(74)		611	(60)	
	F ₃ -F ₂	1629	(383)	45	1719	(183)	37	1879	(136)	34	1970	(295)	29	1879	(210)	36	1234	(218)	19	1843	(239)	34	1867	(146)	25	2114	(209)	53	1389	(329)	33	1478	(234)	29	1518	(152)	26	1441	(291)	21
	F ₄ -F ₃	785	(365)		996	(182)		701	(171)		809	(289)		844	(207)		1181	(270)		865	(400)		845	(173)		535	(215)		1240	(334)		1099	(348)		869	(161)		1046	(383)	
/ o /	F ₂ -F ₁	570	(233)		752	(166)		606	(119)		577	(99)		522	(74)		671	(95)		527	(94)		671	(217)		539	(169)		767	(145)		608	(130)		582	(155)		657	(88)	
	F ₃ -F ₂	2034	(237)	5	1840	(153)	14	1849	(92)	15	2170	(85)	20	1939	(135)	16	1574	(139)	30	1828	(241)	11	1714	(264)	24	2137	(282)	45	1554	(178)	15	1540	(210)	21	1566	(198)	23	1643	(281)	23
	F ₄ -F ₃	595	(384)		906	(304)		1006	(161)		817	(154)		966	(327)		981	(200)		678	(659)		903	(235)		567	(277)		1108	(141)		1152	(287)		775	(234)		700	(279)	
/ u /	F ₂ -F ₁	527	(122)		527	(168)		582	(144)		469	(172)		647	(162)		529	(137)		518	(197)		591	(79)		515	(289)		555	(115)		519	(210)		656	(127)		575	(232)	
	F ₃ -F ₂	1906	(261)	49	2048	(194)	48	1980	(186)	47	1946	(369)	48	1800	(317)	44	1516	(170)	46	1690	(411)	40	1975	(217)	48	1807	(263)	93	1766	(384)	45	1703	(313)	45	1629	(171)	43	1614	(303)	43
	F ₄ -F ₃	963	(324)		1037	(308)		869	(360)		972	(358)		1130	(332)		1369	(334)		969	(496)		994	(391)		1188	(204)		1041	(425)		1252	(278)		1014	(341)		979	(447)	

LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7			LF8			LF9			LF10			LH1			LH2			LH3				
	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb				
/ i /	F ₂ -F ₁	9,88	(,59)		10,10	(,42)		10,44	(,78)		10,55	(,29)		10,66	(,57)		9,92	(,85)		9,92	(,77)		10,59	(,84)		10,62	(,74)		10,49	(,28)		10,75	(,79)		10,29	(,76)		9,53	(,68)	
	F ₃ -F ₂	0,83	(,69)	36	1,41	(,46)	37	1,10	(,65)	35	1,31	(,35)	35	1,54	(,59)	36	1,79	(,73)	35	0,74	(,81)	35	1,57	(,53)	35	1,46	(,44)	70	1,63	(,58)	35	1,38	(,49)	36	1,68	(,5)	35	2,27	(,61)	31
	F ₄ -F ₃	1,19	(,76)		1,27	(,68)		1,82	(,77)		1,15	(,6)		1,38	(,83)		1,70	(,7)		1,67	(,86)		1,84	(,59)		1,99	(,45)		1,57	(,8)		1,56	(,67)		1,96	(,61)		2,32	(,62)	
/ e /	F ₂ -F ₁	9,81	(,51)		8,93	(,66)		9,57	(,8)		9,47	(,71)		8,64	(,5)		8,61	(,82)		8,56	(,51)		8,50	(,77)		9,09	(,65)		8,16	(,4)		8,83	(,73)		7,64	(,81)		7,86	(,57)	
	F ₃ -F ₂	1,52	(,65)	60	2,08	(,49)	89	1,66	(,4)	64	1,80	(,45)	54	2,33	(,34)	100	2,10	(,49)	82	1,44	(,01)	56	2,27	(,39)	65	1,94	(,45)	181	2,45	(,23)	28	1,71	(,45)	47	2,94	(,51)	37	2,31	(,51)	43
	F ₄ -F ₃	0,65	(,71)		1,70	(,68)		2,15	(,28)		1,20	(,92)		2,11	(,31)		2,42	(,38)		1,76	(,95)		1,39	(,95)		2,11	(,27)		2,36	(,58)		2,13	(,39)		2,26	(,61)		2,31	(,49)	
/ ε /	F ₂ -F ₁	6,58	(,72)		8,49	(,8)		7,29	(,51)		8,03	(,89)		8,07	(,06)		7,67	(,63)		7,88	(,107)		6,75	(,97)		7,92	(,73)		6,97	(,42)		7,21	(,34)		6,68	(,66)		7,05	(,52)	
	F ₃ -F ₂	1,66	(,97)	39	2,33	(,44)	12	2,38	(,37)	34	2,14	(,41)	44	2,17	-	2	2,63	(,57)	15	1,94	(,129)	42	3,23	(,57)	33	2,67	(,53)	15	2,53	(,29)	70	1,86	(,27)	51	3,19	(,69)	61	2,76	(,44)	49
	F ₄ -F ₃	1,01	(,95)		1,90	(,74)		1,90	(,58)		0,75	(,88)		2,07	-		2,32	(,69)		1,78	(,126)		1,09	(,99)		2,20	(,24)		2,35	(,58)		2,50	(,33)		2,29	(,36)		2,52	(,37)	
/ a /	F ₂ -F ₁	4,12	(,105)		5,09	(,92)		4,10	(,1)		3,64	(,79)		4,16	(,1)		4,76	(,48)		3,56	(,74)		3,86	(,58)		3,28	(,65)		4,13	(,76)		3,64	(,63)		3,65	(,74)		4,27	(,58)	
	F ₃ -F ₂	3,74	(,35)	43	4,30	(,46)	43	4,09	(,29)	41	4,68	(,39)	40	4,53	(,3)	42	3,44	(,48)	41	4,10	(,68)	40	5,13	(,34)	42	5,07	(,35)	82	4,10	(,57)	42	4,42	(,45)	43	4,78	(,46)	35	4,30	(,4)	37
	F ₄ -F ₃	2,16	(,9)		1,85	(,67)		1,79	(,57)		1,27	(,101)		2,20	(,75)		3,31	(,68)		2,43	(,91)		1,28	(,9)		1,76	(,5)		2,74	(,87)		2,55	(,44)		2,26	(,43)		2,49	(,44)	
/ ɔ /	F ₂ -F ₁	3,64	(,107																																					

LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7			LF8			LF9			LF10			LH1			LH2			LH3																	
	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb																	
/ i /	F ₂ -F ₁	2095	(177)			2176	(203)			2156	(159)			2313	(117)			2092	(204)			1942	(201)			1968	(189)			2095	(124)			2065	(193)			2058	(186)			2028	(196)			1993	(234)			1720	(143)		
	F ₃ -F ₂	623	(246)	21		605	(222)	23			462	(143)	23		555	(205)	26		604	(233)	22		717	(336)	20		503	(301)	18		596	(181)	17		681	(206)	47		635	(201)	25		554	(234)	22		566	(276)	20		743	(176)	25
	F ₄ -F ₃	437	(454)			972	(357)				1147	(257)			709	(394)			887	(412)			1047	(354)			740	(510)			848	(544)			1009	(346)			942	(321)			865	(178)			819	(249)			1158	(195)	
/ e /	F ₂ -F ₁	1930	(153)			1727	(271)			1790	(220)			1950	(270)			1673	(193)			1559	(240)			1596	(261)			1705	(383)			1827	(233)			1610	(137)			1670	(164)			1227	(251)			1376	(130)		
	F ₃ -F ₂	460	(331)	17		929	(215)	15			784	(201)	19		780	(304)	20		946	(228)	18		788	(217)	19		746	(344)	18		826	(316)	19		842	(217)	37		978	(123)	17		591	(136)	18		955	(177)	17		798	(149)	19
	F ₄ -F ₃	680	(479)			795	(505)				1093	(154)			547	(538)			1008	(154)			1352	(187)			911	(544)			635	(552)			1044	(167)			1083	(391)			1072	(160)			902	(235)			1242	(276)	
/ ε /	F ₂ -F ₁	1739	(373)			1762	(202)			1671	(90)			1631	(114)			1607	(170)			1567	(192)			1473	(174)			1521	(313)			1754	(224)			1391	(96)			1435	(114)			1132	(81)			1314	(108)		
	F ₃ -F ₂	531	(350)	13		863	(228)	15			779	(107)	13		912	(181)	12		948	(140)	15		903	(183)	13		914	(265)	14		979	(224)	13		881	(190)	26		1037	(91)	14		701	(127)	15		996	(93)	15		815	(158)	16
	F ₄ -F ₃	388	(389)			649	(513)				921	(422)			391	(561)			948	(292)			1114	(366)			825	(581)			418	(496)			1067	(98)			973	(516)			1073	(116)			825	(186)			1249	(236)	
/ a /	F ₂ -F ₁	808	(144)			996	(182)			795	(196)			950	(163)			807	(198)			1017	(121)			879	(152)			863	(151)			749	(195)			937	(200)			838	(101)			660	(172)			817	(123)		
	F ₃ -F ₂	1059	(270)	17		1370	(155)	15			1266	(131)	18		1298	(329)	16		1357	(197)	15		865	(171)	18		1028	(377)	14		1483	(228)	16		1512	(167)	35		1222	(223)	14		1128	(189)	15		1178	(155)	14		1122	(150)	16
	F ₄ -F ₃	933	(547)			793	(527)				877	(379)			735	(522)			887	(540)			1507	(229)			1121	(703)			689	(448)			871	(219)			1248	(274)			1225	(192)			1053	(168)			1180	(243)	
/ ɔ /	F ₂ -F ₁	565	(193)			729	(85)			670	(144)			616	(78)			635	(82)			717	(122)			603	(115)			544	(202)			538	(160)			660	(138)			574	(121)			579	(37)			694	(156)		
	F ₃ -F ₂	1472	(225)	14		1626	(153)	15			1751	(222)	13		1848	(139)	17		1687	(53)	15		1385	(143)	16		1573	(186)	13		1838	(101)	13		2031	(262)	29		1463	(188)	16		1613	(230)	12		1648	(160)	12		1422	(222)	19
	F ₄ -F ₃	1015	(370)			1070	(180)				911	(205)			877	(323)			1039	(165)			1220	(224)			1230	(191)			927	(327)			693	(307)			1161	(242)			928	(213)			889	(181)			900	(329)	
/ o /	F ₂ -F ₁	767	(166)			754	(180)			766	(152)			803	(125)			691	(112)			781	(96)			695	(159)			803	(218)			663	(162)			833	(145)			682	(96)			666	(82)			718	(111)		
	F ₃ -F ₂	1662	(370)	11		1604	(277)	13			1627	(189)	15		1756	(218)	11		1561	(209)	13		1261	(215)	12		1741	(274)	12		1693	(214)	14		1904	(175)	27		1578	(206)	10		1627	(250)	16		1542	(154)	12		1372	(234)	15
	F ₄ -F ₃	621	(376)			915	(269)				989	(225)			841	(242)			1100	(115)			1107	(357)			868	(517)			859	(288)			802	(377)			1053	(244)			960	(324)			906	(377)			866	(404)	
/ u /	F ₂ -F ₁	532	(107)			576	(207)			680	(165)			456	(210)			716	(51)			406	(165)			495	(344)			669	-			733	(125)			597	-			431	(236)			557	-			679	(41)		
	F ₃ -F ₂	1555	(511)	4		2281	(365)	5			1773	(470)	5		2327	(147)	5		1797	(292)	4		1597	(225)	4		1708	(618)	4		2089	(120)	3		1620	(139)	7		2120	-	3		1679	(406)	5		1910	(233)	3		1902	(320)	5
	F ₄ -F ₃	1080	(691)			585	(460)				1036	(525)			655	(387)			1163	(230)			1387	(248)			1298	(276)			835	(681)			1149	(224)			932	(318)			1276	(173)			736	(488)			280	(421)	

LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7			LF8			LF9			LF10			LH1			LH2			LH3																	
	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb																	
/ i /	F ₂ -F ₁	9,93	(,68)			9,99	(,67)			10,33	(,49)			10,47	(,39)			10,51	(,68)			9,81	(,73)			9,91	(,82)			10,72	(,38)			10,33	(,72)			10,14	(,67)			10,51	(,66)			10,80	(,78)			9,67	(,49)		
	F ₃ -F ₂	1,48	(,57)	21		1,41	(,53)	23			1,13	(,36)	23		1,24	(,45)	26		1,50	(,58)	22		1,79	(,83)	20		1,31	(,78)	18		1,49	(,45)	17		1,67	(,48)	47		1,56	(,52)	25		1,44	(,6)	22		1,53	(,77)	20		2,08	(,49)	25
	F ₄ -F ₃	0,89	(,92)			1,80	(,67)			2,21	(,51)			1,32	(,73)			1,74	(,81)			2,04	(,75)			1,56	(1,03)			1,66	(1,04)			1,94	(,69)			1,81	(,61)			1,79	(,4)			1,75	(,53)			2,38	(,42)		
/ e /	F ₂ -F ₁	9,37	(,53)			8,67	(1,1)			9,00	(,67)			9,33	(,84)			8,79	(,74)			8,13	(,96)			8,19	(1,03)			8,74	(1,68)			9,17	(,97)			8,29	(,77)			8,76	(,63)			7,38	(1,13)			7,87	(,57)		
	F ₃ -F ₂	1,18	(,85)	17		2,41	(,67)	15			2,05	(,61)	19		1,92	(,84)	20		2,53	(,68)	18		2,23	(,7)	19		2,06	(,96)	18		2,25	(,97)	19		2,15	(,64)	37		2,60	(,35)	17		1,66	(,44)	18		3,08	(,66)	17		2,45	(,47)	19
	F ₄ -F ₃	1,46	(1,02)			1,51	(,93)			2,11	(,29)			1,04	(1,01)			1,96	(,3)			2,69	(,39)			1,88	(1,12)			1,27	(1,09)			1,98	(,33)			2,06	(,74)			2,26	(,33)			2,03	(,48)			2,65	(,51)		
/ ε /	F ₂ -F ₁	7,93	(1,69)			8,55	(,73)			8,09	(,39)			7,88	(,65)			8,32	(,7)			8,08	(,8)			7,51	(,65)			7,62	(1,36)			8,66	(,93)			7,02	(,57)			7,41	(,66)			6,61	(,55)			7,36	(,43)		
	F ₃ -F ₂	1,37	(,91)	13		2,19	(,64)	15			2,02	(,29)	13		2,32	(,43)	12		2,54	(,43)	15		2,46	(,57)	13		2,52	(,77)	14		2,60	(,71)	13		2,24	(,56)	26		2,82	(,24)	14		2,03	(,37)	15		3,18	(,32)	15		2,53	(,54)	16
	F ₄ -F ₃	0,85	(,83)			1,23	(,95)			1,79	(,8)			0,78	(1,12)			1,85	(,56)			2,17	(,71)			1,65	(1,17)			0,81	(,96)			2,01	(,2)			1,86	(,97)			2,30	(,25)			1,86	(,39)			2,68	(,45)		
/ a /	F ₂ -F ₁	4,02	(,87)			5,28	(1,09)			3,96	(1,15)			4,92	(,89)			4,23	(1,15)			5,47	(,63)			4,54	(,84)			4,74	(,98)			4,07	(1,16)			4,94	(,97)			4,69	(,57)			4,02	(1,24)		</				

LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7			LF8			LF9			LF10			LH1			LH2			LH3				
	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb				
/ i /	F ₂ -F ₁	2179	(161)		2148	(205)		2168	(207)		2332	(138)		2064	(180)		1663	(238)		1965	(262)		2374	(277)		2198	(149)		2019	(206)		2094	(148)		2139	(213)		1826	(163)	
	F ₃ -F ₂	233	(296)	98	594	(303)	74	585	(186)	106	314	(304)	29	643	(280)	52	821	(301)	79	276	(242)	82	522	(312)	104	759	(234)	199	543	(318)	90	512	(254)	81	505	(272)	92	661	(202)	66
	F ₄ -F ₃	627	(314)		944	(360)		770	(343)		935	(393)		802	(344)		1022	(366)		671	(280)		750	(410)		768	(313)		931	(455)		817	(283)		791	(255)		1039	(222)	
/ e /	F ₂ -F ₁	2124	(208)		2013	(113)		1979	(102)		2156	(126)		1827	(116)		1773	(172)		1730	(273)		1781	(208)		1801	(137)		1626	(139)		1825	(120)		1413	(153)		1498	(112)	
	F ₃ -F ₂	410	(336)	50	729	(91)	114	661	(91)	107	627	(210)	29	829	(164)	85	814	(114)	125	602	(451)	116	844	(123)	81	909	(165)	134	976	(86)	70	554	(139)	100	832	(160)	122	728	(174)	67
	F ₄ -F ₃	388	(325)		746	(537)		989	(218)		670	(489)		779	(381)		1197	(215)		546	(430)		357	(442)		1016	(151)		891	(499)		957	(154)		828	(148)		1192	(192)	
/ a /	F ₂ -F ₁	1373	(235)		1844	(234)		1701	(192)		1950	(127)		1497	(256)		1399	(292)		1525	(202)		1491	(261)		1600	(207)		1405	(120)		1407	(129)		1097	(113)		1479	(125)	
	F ₃ -F ₂	590	(342)	95	796	(145)	32	801	(205)	39	918	(149)	30	990	(176)	12	867	(86)	14	755	(403)	29	959	(145)	55	935	(120)	111	979	(74)	74	665	(81)	45	917	(107)	13	707	(132)	34
	F ₄ -F ₃	586	(446)		433	(521)		828	(406)		379	(498)		912	(392)		1316	(361)		679	(478)		391	(457)		958	(166)		534	(518)		1070	(120)		904	(85)		1152	(193)	
/ o /	F ₂ -F ₁	571	(122)		666	(46)		618	(56)		619	-		503	(122)		863	(55)		550	(129)		639	(141)		585	(114)		544	(128)		616	(59)		501	(79)		561	(46)	
	F ₃ -F ₂	988	(224)	38	1527	(99)	33	1255	(66)	31	1543	(67)	12	1528	(107)	19	887	(124)	32	1282	(188)	37	1571	(77)	41	1550	(164)	69	1335	(144)	37	1168	(81)	40	1395	(133)	37	1245	(96)	22
	F ₄ -F ₃	1374	(392)		487	(521)		973	(322)		577	(564)		1080	(346)		1655	(260)		1247	(310)		628	(545)		824	(211)		1264	(178)		1243	(103)		829	(191)		1126	(118)	
/ u /	F ₂ -F ₁	446	(146)		580	(146)		578	(156)		458	(84)		582	(100)		556	(135)		514	(107)		430	(95)		486	(137)		551	(95)		413	(70)		456	(83)		446	(149)	
	F ₃ -F ₂	1709	(307)	40	1892	(243)	78	1915	(170)	43	2007	(115)	29	1702	(201)	19	1526	(239)	91	1811	(281)	81	1955	(200)	48	2003	(226)	110	1505	(250)	64	1726	(249)	63	1776	(202)	49	1625	(257)	45
	F ₄ -F ₃	844	(390)		1045	(196)		908	(229)		1120	(101)		1070	(191)		1197	(179)		995	(300)		962	(297)		722	(253)		1173	(291)		1150	(302)		589	(312)		920	(253)	
/ y /	F ₂ -F ₁	570	(126)		682	(167)		535	(80)		565	(93)		550	(125)		595	(102)		538	(161)		508	(162)		503	(148)		603	(103)		449	(91)		538	(136)		550	(104)	
	F ₃ -F ₂	1849	(217)	112	1682	(260)	41	1900	(174)	96	2003	(215)	37	1788	(189)	62	1370	(152)	57	1788	(300)	65	1980	(227)	100	1906	(257)	153	1589	(213)	84	1871	(325)	87	1707	(229)	82	1488	(211)	44
	F ₄ -F ₃	948	(432)		1180	(286)		916	(221)		1011	(225)		1008	(271)		1338	(180)		968	(371)		940	(405)		848	(278)		1112	(270)		1014	(420)		819	(331)		982	(184)	
/ e /	F ₂ -F ₁	355	(121)		326	(133)		471	(89)		261	(65)		466	(261)		471	(211)		365	(303)		545	(75)		389	(232)		405	(148)		450	(159)		507	(162)		330	(174)	
	F ₃ -F ₂	2244	(303)	40	2175	(255)	38	2146	(202)	40	2325	(113)	20	1951	(383)	29	1585	(206)	40	2062	(438)	40	2200	(217)	41	1886	(192)	80	1898	(407)	40	2005	(368)	40	1782	(231)	40	1835	(236)	32
	F ₄ -F ₃	688	(496)		934	(367)		1126	(223)		982	(125)		1096	(376)		1272	(240)		1089	(668)		886	(343)		1203	(326)		859	(427)		877	(380)		908	(290)		962	(259)	

LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7			LF8			LF9			LF10			LH1			LH2			LH3				
	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb				
/ i /	F ₂ -F ₁	10,13	(,39)		9,61	(,75)		10,22	(,75)		10,65	(,37)		10,52	(,52)		8,64	(1,01)		9,57	(,99)		11,64	(,83)		10,83	(,56)		10,17	(,67)		10,42	(,77)		11,51	(,78)		9,77	(,6)	
	F ₃ -F ₂	0,57	(,71)	98	1,36	(,68)	74	1,38	(,46)	106	0,72	(,69)	29	1,60	(,72)	52	2,21	(,79)	79	0,74	(,66)	82	1,32	(,83)	104	1,77	(,51)	199	1,38	(,82)	90	1,26	(,6)	81	1,34	(,71)	92	1,79	(,53)	66
	F ₄ -F ₃	1,36	(,66)		1,76	(,7)		1,47	(,66)		1,81	(,75)		1,59	(,69)		2,07	(,74)		1,51	(,59)		1,49	(,79)		1,47	(,65)		1,89	(,91)		1,68	(,63)		1,72	(,57)		2,15	(,5)	
/ e /	F ₂ -F ₁	9,78	(,74)		9,59	(,47)		9,48	(,54)		9,99	(,52)		9,23	(,4)		9,00	(,68)		8,63	(,84)		8,65	(1,25)		8,81	(,81)		8,03	(,68)		9,31	(,47)		8,00	(,85)		8,23	(,57)	
	F ₃ -F ₂	1,00	(,83)	50	1,75	(,25)	114	1,62	(,24)	107	1,45	(,49)	29	2,13	(,47)	85	2,12	(,35)	125	1,65	(1,27)	116	2,13	(,38)	81	2,32	(,5)	134	2,54	(,29)	70	1,49	(,38)	100	2,52	(,54)	122	2,15	(,51)	67
	F ₄ -F ₃	0,86	(,72)		1,38	(,98)		1,89	(,42)		1,26	(,91)		1,52	(,72)		2,29	(,43)		1,19	(,88)		0,69	(,84)		1,92	(,28)		1,67	(,93)		2,02	(,33)		1,85	(,32)		2,53	(,4)	
/ a /	F ₂ -F ₁	6,24	(,99)		8,74	(1,02)		8,39	(,72)		9,00	(,68)		7,53	(1,22)		7,18	(1,42)		7,67	(,85)		7,03	(1,32)		7,57	(1,09)		6,63	(,71)		7,09	(,72)		6,20	(,58)		7,83	(,7)	
	F ₃ -F ₂	1,64	(,98)	95	1,97	(,43)	32	2,08	(,6)	39	2,29	(,47)	30	2,65	(,55)	12	2,47	(,27)	14	2,08	(1,12)	29	2,49	(,46)	55	2,38	(,35)	111	2,57	(,21)	74	1,91	(,25)	45	2,94	(,4)	13	2,08	(,4)	34
	F ₄ -F ₃	1,32	(,95)		0,82	(,96)		1,60	(,77)		0,70	(,9)		1,76	(,75)		2,62	(,72)		1,44	(,97)		0,76	(,87)		1,81	(,31)		1,03	(,97)		2,29	(,25)		2,06	(,2)		2,46	(,39)	
/ o /	F ₂ -F ₁	2,75	(,54)		3,44	(,29)		3,00	(,24)		3,07	-		2,65	(,61)		4,60	(,31)		2,84	(,71)		3,30	(,82)		3,02	(,72)		2,89	(,74)		3,33	(,29)		2,87	(,47)		3,12	(,23)	
	F ₃ -F ₂	3,19	(,59)	38	4,59	(,27)	33	3,85	(,23)	31	4,55	(,18)	12	4,87	(,37)	19	2,92	(,32)	32	4,14	(,6)	37	4,72	(,31)	41	4,69	(,45)	69	4,35	(,43)	37	3,92	(,26)	40	4,79	(,37)	37	4,26	(,34)	22
	F ₄ -F ₃	2,94	(,82)		0,95	(,1)		1,99	(,63)		1,10	(1,07)		2,13	(,66)		3,49	(,57)		2,55	(,66)		1,20	(1,03)		1,64	(,43)		2,58	(,39)		2,66	(,21)		1,83	(,42)		2,45	(,24)	
/ u /	F ₂ -F ₁	2,82	(1,06)		3,93	(,84)		3,95	(,91)		3,02	(,6																												

Annexe VI

Protocole des tests présentés dans le chapitre III et visant à sélectionner les hauteurs et durées de l'étude de perception.

Objectifs Principaux

Deux tests préliminaires ont été nécessaires pour sélectionner les données intégrant le corpus final pour les tests perceptifs. Le premier test vise à vérifier la qualité des réalisations vocaliques des locuteurs natifs du français et à identifier la voix préférée des sujets – masculine ou féminine –. Le second test vise à cerner les durées permettant de différencier la parole du chant, mais aussi à vérifier notre sélection de hauteurs.

Constitution des corpus

Pour le test 1 consistant à sélectionner un locuteur, ont été retenus aléatoirement 104 stimuli parmi ceux identifiés comme des réalisations de bonne qualité, tout en vérifiant que soient représentés équitablement $[(/p/ \text{ x } /i \text{ a } u/ + /t/ \text{ x } /i \text{ e } \epsilon \text{ y } \text{ ø } \text{ œ } u \text{ o } \text{ ɔ}/) \text{ x } (200 \text{ ms} + 300 \text{ ms}) \text{ x } (H1 + H3) \text{ x } 2 \text{ locuteurs (Fe1, Ho1)}]$ sur des syllabes de type CV ou de type $C_1V_1.C_1V_1.C_1V_1$. Le même procédé a été appliqué pour le test 2 servant à la sélection des durées et à la vérification du choix des hauteurs. Ont ainsi été retenus 240 stimuli $[(/t/ \text{ x } /i \text{ e } y \text{ ø } o \text{ u}/) \text{ x } (200 \text{ ms}, 300 \text{ ms}, 400 \text{ ms}, 500 \text{ ms}, 600 \text{ ms}) \text{ x } (H1, H2, H3, H5H1 \text{ H2 } H3 \text{ H5}) \text{ x } 2 \text{ locuteurs (Fe1, Ho1)}]$ sur des syllabes de type CV ou $C_1V_1.C_1V_1.C_1V_1$.

Lieu et sujets

12 natifs du français (2 hommes, 10 femmes) ne présentant aucun dysfonctionnement sensoriel ont participé à l'expérimentation au Laboratoire GIPSA à Grenoble. La moyenne d'âge du groupe est de 30 ± 8 ans.

Hypothèses du Test 1

Le premier objectif est de vérifier la facilité à catégoriser par des natifs de la langue les voyelles produites par les locuteurs francophones, condition fondamentale à leur exploitation dans le protocole expérimental final.

Hypothèse 1. En raison de leur saillance perceptive (cf. Section I.1 ; Liljencrants et Lindblom, 1972 ; Lindblom, 1986 ; Vallée, 1994) et de leurs spécificités articulatoires (cf. Section I.1 ; Schwartz et al., 2002 ; Schwartz et al., 2012), nous anticipons que les voyelles cardinales extrêmes sont les plus aisément catégorisables des voyelles orales traitées.

Hypothèse 2. Nous supposons que les catégorisations sont plus difficiles pour les voyelles mi-ouvertes $/\epsilon \text{ œ } \text{ ɔ}/$ que pour les sept autres. Si tel est le cas, nous prévoyons de les écarter de notre corpus évaluatif final, mais elles serviront pour les tâches d'habituation aux consignes expérimentales.

Hypothèse 3. Nous anticipons que les voyelles réalisées par Fe1 sont mieux catégorisables que celles produites par Ho1. En effet, durant les enregistrements et le traitement informatique des stimuli, nous avons remarqué que la locutrice maîtrisait davantage sa voix, évitant par exemple une voix craquée et des coups de glotte ou bien présentant une capacité à limiter la variation de la fréquence fondamentale.

Hypothèses test 2

Notre deuxième objectif est de confirmer le choix des hauteurs anticipées lors de la conception de notre banque de données et de sélectionner les durées pertinentes pour provoquer chez l'auditeur une différenciation de la parole et du chant.

Hypothèse 4. Nous émettons l'hypothèse (a) qu'à *H1* et *H2*, les stimuli sont significativement reconnus comme de la parole, (b) qu'à *H5*, ils sont au contraire significativement identifiés comme du chant; et (c) qu'à *H3*, la tendance devrait être au classement des stimuli en chant.

Hypothèse 5. Il nous semble que les durées devraient présenter, tout autant que les hauteurs, deux extrêmes. *200 ms* et *300 ms* devraient être significativement classées comme de la parole, à l'inverse de *500 ms* et *600 ms* qui devraient être significativement - voire unanimement- classées comme du chant. À l'instar de la hauteur intermédiaire *H3*, le classement des stimuli devrait être mitigé à *400 ms*.

Procédure

Les signaux à écouter au casque binaural Senheiser HD 212 Pro sont échantillonnés à 44.1 kHz et le volume sonore est réglé à la convenance de chaque sujet. Chaque sujet passe successivement l'expérience 1 puis 2. Les modalités de présentation des blocs, des listes de stimuli et des touches de réponse sont contrebalancées entre les participants afin d'éviter l'effet d'ordre.

Les consignes sont données oralement avant la passation puis sont affichées à l'écran en début d'expérimentation.

Dans le test 1, la tâche est de classer le plus rapidement possible, parmi un choix forcé entre dix étiquettes, les signaux entendus au casque (*Figure A*). La réponse enclenche un silence de 800 ms, précédant lui-même l'émission du stimulus suivant. 50 ms de silence suivent la fin du stimulus à catégoriser, après quoi l'auditeur visualise l'interface de réponse. Celle-ci représente, sous la forme d'un triangle vocalique, dix étiquettes contenant les symboles API des voyelles orales du français. Sous chacune d'entre elles apparaît un mot monosyllabique du français contenant le 'phonème'. Le classement s'effectue en déplaçant le curseur à l'aide d'une souris, et en cliquant sur l'étiquette supposée associée au phonème entendu. Chaque stimulus est présenté trois fois aléatoirement, mais ne peut pas être réentendu lors de sa présentation. À la fin de l'expérimentation et entre chaque bloc, le sujet est averti qu'une pause est permise. De plus, à la fin de cette passation, le sujet doit annoncer oralement à l'enquêteur la voix qui lui a semblée la plus aisée à classer, et doit ensuite tenter d'en expliquer les raisons.

Dans le test 2, la procédure est pratiquement identique, à l'exception de l'interface de réponse qui n'affiche alors que deux classes : *parole* d'une part, *chant* d'autre part, la présentation de ces étiquettes étant contrebalancée selon que le sujet est nommé avec un chiffre paire ou impaire (*Figure A*). Par ailleurs, le sujet donne sa réponse à partir du clavier et plus précisément, de deux touches représentant les deux catégories.

Avant chaque expérimentation, le participant effectue un bref entraînement calqué sur la procédure décrite ci-dessus. Les essais à traiter dans cette tâche diffèrent de ceux exploités dans l'expérience. Il s'agit des mêmes syllabes, mais choisies aléatoirement parmi les meilleurs exemplaires réalisés par Fe2.

La durée totale de l'expérience, comprenant les réponses à un questionnaire succinct, les deux entraînements, les expérimentations – environ 6 mn pour la première expérience et 20 mn pour la seconde –, et les pauses est de trente-cinq minutes au maximum, ce temps étant évidemment relatif à la rapidité des sujets.

Les interfaces, la gestion des stimuli et la collecte des réponses des participants sont assurées par le logiciel E-Prime 2.0 (*Psychological Software Tools, Pittsburgh, PA*). Les réponses sont instantanément enregistrées dans un fichier texte sur l'ordinateur. Les analyses sont faites par le biais de statistiques descriptives, exceptionnellement inférentielles à travers des tests paramétriques par comparaison binaire (t de Student) et par plan multifactoriel (Analyse à régression multiple).

Annexe VII

Questionnaire sociolinguistique distribué aux participants de l'étude de perception (version en italien).

Scheda dati del partecipante

Tutte le informazioni riportate in questo questionario rimarranno confidenziali e saranno utilizzate unicamente con lo scopo di aiutare la ricerca.

Sandra Cornaz⁹⁶

Dati personali

Numero usato nello sperimento.....

Età.....

Luogo di nascita.....

Sesso.....

E-mail.....@.....

Telefono :.....

Lei è:

Destro ☐

Mancino ☐

Lingue

Madrelingua.....

Se si ha più lingue materne, specificare di seguito (così vale per dialetti e patois italiani)

.....

.....

Domicili dalla nascita finì a oggi (anche studi, lavori, soggiorni di più di 2 settimane all'estero)

Luogo		
Paese	Città	Numero di mesi/anni

1. Indicare

- le lingue/dialetti/patois conosciuti/imparati da lei o utilizzati dai suoi parenti con
- la durata dell'apprendimento
- il contesto dell'apprendimento (famiglia, scuola pubblica, scuola privata, viaggi, Erasmus...)
- il livello di comprensione orale

Inesperto Principiante Elementare Intermedio Avanzato Eccellente MadreLingua o/e Bilingue

1 2 3 4 5 6 7

⁹⁶ Une partie de ce guide d'entretien a été élaborée en s'inspirant du questionnaire PFC (www.projet-pfc.net) et celui du Brain, Language and Computation Lab de Penn State University (<http://cogsci.psu.edu/>). L'objectif est de tracer les profils sociolinguistiques des participants à cette recherche et d'estimer l'exposition de ceux-ci à différents inputs langagiers dont le français.

Lingue/dialetti/patois	Durata (ed età d'inizio)	Contesto (precisare anche il livello di scuola)	Livello di comprensione orale (ascolto)					
			1	2	3	4	5	6
					7			
			1	2	3	4	5	6
					7			
			1	2	3	4	5	6
					7			
			1	2	3	4	5	6
					7			

2. Stimare in quantità percentuale l'utilizzo quotidiano di ogni lingua sopracitata

Lingue/dialetti/patois	Frequenza di utilizzo attuale (scegliere la casella corrispondente)			
	Mai	Raro	Regolare	Frequente

3. Se desidera aggiungere ulteriori informazioni riguardanti la o le lingue/dialetti/patois che conosce, le riporti di seguito

.....

Per quale motivo vuole partecipare a questa sperimentazione?

Ottenere il regalo	<input type="checkbox"/>	Migliorare la competenza in altre lingue	<input type="checkbox"/>
Esperienza personale	<input type="checkbox"/>		
Migliorare la conoscenza del francese	<input type="checkbox"/>	Altri motivi (spiegare quali)	<input type="checkbox"/>
Migliorare la competenza fonetica	<input type="checkbox"/>		

4. Lei ha già studiato Fonetica?

Oui ☐ In quale ambito? Come? Quanti anni?.....
Non ☐

5. Lei ha problemi d'udito?

Oui ☐ Se sì, a quale orecchio? Precisare se lo si desidera
Non ☐

6. Lei ha già fatto musica?

Oui ☐ Se sì, la preghiamo di continuare con il questionario
Non ☐ Se no, puoi andare direttamente alla domanda n° 9

7. In quale occasione?

a. Ambito scolastico

Scuola elementare ☐
Scuole medie ☐

Scuole superiori ☐
 Università ☐

b. Ambito extra-scolastico. Precisare durata e frequenza, eventualmente i livelli raggiunti o i diplomi ottenuti:

		Tener conto di tempo di corso + tempo di lavoro personale							
Strumenti	Contesto d'apprendimento	Età d'inizio	durata	Frequenza d'apprendimento (ore alla settimana)				Livello raggiunto	Diplomi ottenuti
				<0,5	0,5 à 2	3 à 6	>7		

8. Quali sono le Sue competenze in formazione musicale (solfeggio)?

Livello acquisito:

Zero ☐ (mai praticato)
 Principiante ☐ (conoscenze di base)
 Intermedio ☐ (buone competenze in lettura e scrittura)
 Avanzato ☐ (ottime competenze)
 Eccellente ☐ (possibilità di insegnare o formare)

Diplomi eventualmente ottenuti

9. A proposito dei test:

a. Quali vocali ha sentito durante la serie di test?

.....

b. Che cosa ha usato per identificare/differenziare/riconoscere le vocali (caratteristiche, sensazioni, conoscenze...)?

.....

Grazie della Sua partecipazione

Sandra Cornaz

Annexe VIII

Exemple de fiches de cours pour chacun des groupes-classe, avec support pour l'enseignant (l'ensemble correspond au matériel nécessaire pour la deuxième séance de formation phonétique).

[gʁupdø], Séance 2

Fiche pédagogique

Activité 1- l'Alphabet Phonétique International

Exercice 1 -

L'enseignant donne les phrases suivantes :

- 1- Une puce s'amuse sur un mur.
- 2- Du haut du mur, elle débute la flûte.
- 3- Fumer est ardu avec une embouchure.

Ensemble, les apprenants les transcrivent.

Exemple : Vous entendez : « La stupide créature joue de la flute. », vous écrivez : [lastypidkʁeatyʁʒudəlaflyt]

Consigne – « Écoutez les énoncés suivants et transcrivez-les en API. »

Réponse –

- 1- [ɯnpysamyzsyʁʁɛmyʁ]
- 2- [dyodymʁɛldɛbytlaflyt]
- 3- [fymeetaʁdyavekynɔbuʃyʁ]

Activité 2 La sensibilisation aux faits phonétiques

Exercice 2 –

L'enseignant donne oralement les séquences suivantes :

- 1- Une puce sur un mur.
- 2- La puce fume la pipe et s'amuse ?
- 3- Elle jure de débiter la flute !
- 4- Du haut du mur elle débute la flûte !
- 5- Fumer est ardu avec une embouchure !
- 6- Surprise, elle chute et perd son armure.

Il est évident que selon la prononciation de l'enseignant, le nombre de syllabe varie. Celui-ci doit de fait veiller à répéter à l'identique ses actes articulatoires.

Consigne – « Écoutez les séquences suivantes. Dites combien de syllabes les composent. »

Exercice 3 -

L'enseignant donne les phrases suivantes en marquant nettement l'intonation.

- 1- [setēbatyɕemju] (?)
- 2- [padytusedeluxdynyk] (!)
- 3- [salytyvabjēubjē] (?)
- 4- [laɕatyɕfesaltɕyk] (.)

Exemple : [meuedɔkɔɕnikɔ] (?) : Phrase interrogative (?)

Consigne – « Dites pour chacun des énoncés suivants s'il s'agit de phrases interrogatives (?), exclamatives (!) ou déclaratives (.). »

Réponse -

- 1- (?)
- 2- (!)
- 3- (?)
- 4- (.)

Activité 3- La discrimination auditive**Exercice 4 -**

L'enseignant cite dans son intégralité et lentement la séquence suivante une première fois :

« *La stupide créature qui jurait de débiter la flute en ce jour a trébuché d'un mur et a perdu son bout d'armure rouge.* » Il demande aux apprenants d'écouter la séquence une deuxième fois et de noter combien de /i/ ils perçoivent. À la troisième écoute, ceux-ci doivent relever la fréquence de répétition de /y/. Lors de la dernière écoute, ceux-ci doivent marquer le nombre de /u/ entendus.

Consigne – « Écoutez. Quels sons entendez-vous? Combien de /i/, de /y/ et de /u/ entendez-vous dans cet énoncé? »

Réponse -

	Nombre d'apparitions
/i/	2
/y/	8
/u/	3

« *La stupide créature qui jurait de débiter la flute en ce jour a trébuché et a perdu son bout d'armure rouge.* »

Si les apprenants sont particulièrement efficaces et avancés, l'enseignant peut utiliser les phrases suivantes, entre autres proposées dans *350 exercices de phonétique* (Abry et Chalaron, 1994 : 28).

L'enseignant lit lentement les énoncés suivants :

- 1- « Pourquoi t'es-tu tu stupide tête ? »
- 2- Au menu, tu as eu des prunes cuites au sucre roux ?
- 3- Un m'as-tu vu reluque l'unique fille du bus.
- 4- La fille du bus s'offusque, mais le mufle s'en fiche.
- 5- Un Suisse saoul manipule ses sous.

	/y/	/u/
1	4	1
2	5	1

3	6	0
4	4	0
5	1	2

Exercice 5 -

L'enseignant lit les phrases qui suivent, en marquant avec insistance les accents toniques.

- 1- Tu es stupide ! Vraiment stupide ! [tyestypidvremãstypid]
- 2- Elle a chuté ? Comment ça chuter ? [elaʃytekomaʃyte]

Consigne – « Écoutez les phrases suivantes et soulignez la ou les syllabe(s) accentuée(s). Ajoutez la ponctuation puis répétez-les chacun votre tour en prenant soin de bien marquer l'intonation. »

Exercice 6 -

L'enseignant lit l'ensemble des mots ci-dessous. Il donne ensuite un son puis lit un trio de mots.

- 1- [mil] [mul] [myl]
- 2- [pyl] [pil] [pul]
- 3- [pir] [pur] [pyr]
- 4- [kyr] [kir] [kur]

Consigne – « Écoutez les ensembles de trois énoncés. Avec votre main, indiquez si c'est le premier, le deuxième ou le troisième mot qui contient le son annoncé par l'enseignant. »

Réponse -

- 1- /i/
- 2- /y/
- 3- /u/
- 4- /y/

Exercice 7-

L'enseignant lit les paires de mots suivantes : 1- *mur – sur*, 2- *buse– bouse*, 3- *dine – deal*, 4- *putois – plutôt*, 5- *pour – pur*

Consigne – « Écoutez les paires de mots suivantes. Riment-elles ? »

Réponse -

- 1- O, 2- N, 3- N, 4- N, 5- N

Activité 4- Intégration corporelle**Exercice 8 -**

L'enseignant vérifie l'intégration de la théorie articulatoire vue la séance précédente.

Consigne – « Souvenez-vous des différences articulatoires entre le [i], le [y] et le [u]. »

Exercice 9 -

L'enseignant fait réviser le texte de la première strophe de *la comptine de la Puce Chrystèle Chovelon* et fait apprendre celui de la seconde strophe :

« Une puce sur un mur

Fume la pipe et s'amuse.

Du haut du mur, elle débute la flute.

Fumer est ardu avec une embouchure

Surprise, elle chute et perd son armure!»

Consigne – « Écoutez, répétez et mémorisez le texte. »

Exercice 10 -

L'enseignant donne à chaque apprenant un passage du texte de la comptine.

Consigne – « Chacun d'entre vous récite son extrait. Attention à respecter l'intonation et la fluidité du texte ! »

Activité 5- L'association du code écrit/oral

Exercice 11-

L'enseignant lit chaque phrase complète après avoir expliqué les correspondances graphie-phonie aux apprenants.

1 C'est pire	6 Vous outrepasser les limites
2 Une louche	7 Il y a un peu de brume
3 J'ai un bout	8 C'est un cul-de-dac
4 On souffle	9 Mange ta soupe
5 C'est du mercure	10 Tu as des poules

Consigne – « Écoutez et complétez les mots avec les lettres *i, u, ou* »

1 C'est ____	6 Vous ____ les limites
2 Une ____	7 Il y a un peu de ____
3 J'ai un ____	8 C'est un ____ - de -sac
4 On ____	9 Mange ta ____
5 C'est ____	10 Tu as des ____

Exercice 12-

Comme dans la séance précédente, l'enseignant ou/et les apprenants écrivent des mots en vrac au tableau. L'enseignant propose un son. Le groupe doit identifier les mots dans lequel on retrouve le son prononcé. L'enseignant vérifie le bon déroulement de l'activité et les prononciations.

Consigne – « Écoutez le son. Repérez les mots dans lesquels on le retrouve. »

Exercice 13-

Un des apprenants écrit un mot au tableau. L'autre élève doit le prononcer et *vice-versa*. Celui qui est le plus rapide est vainqueur. Comme précédemment, l'enseignant vérifie le bon déroulement de l'activité et les prononciations.

Consigne – « L'un d'entre vous écrit un mot au tableau. L'autre (ou les autres) apprenant doit le prononcer et *vice-versa*. Celui qui est le plus rapide est vainqueur. »

Activité 6- La production dirigée

Exercice 14 -

L'exercice est fait en autonomie. L'enseignant vient vérifier les copies et aide à l'analyse des différences entre graphie et phonie.

Consigne –

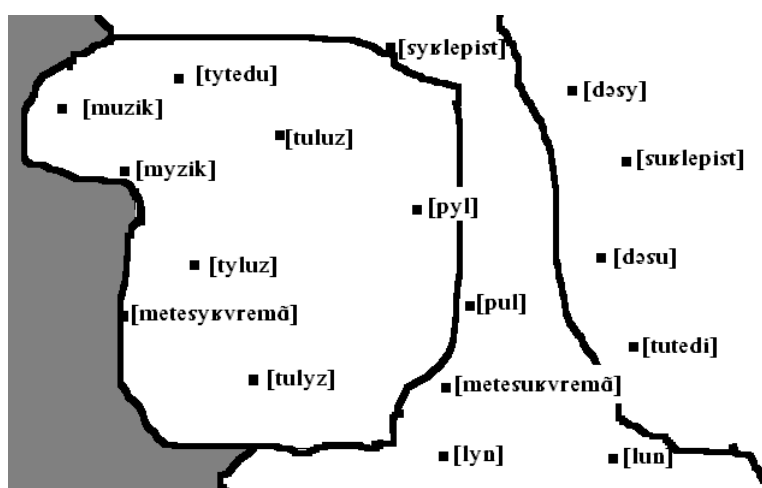
- 1- « Reprenons le texte *La Puce*. Vous souvenez-vous du texte ? »

Écrivez votre texte en API	Écrivez votre texte en français

- 2- Comparez l'écrit et l'oral. Quelles différences existe-t-il entre l'oral et l'écrit ?

Exercice 15 -

L'exercice est en autonomie. Les apprenants reprennent la carte utilisée dans la séance précédente et se dictent un voyage. La vérification est commune.



Consigne – « Reprenez l'exercice du *Voyage*. C'est à votre tour d'inventer le parcours. »

Activité 7- La production spontanée**Exercice 16 -**

Idem. Travail en autonomie. L'enseignant vient vérifier la prononciation et la graphie.

Consigne – « Reprenez les mots vus dans ce cours. Créez des phrases avec le maximum de sons [i], [y] et [u]. Écrivez-les puis mémorisez-les. Faites-les répéter à un camarade. »

Exercice 17 -

L'enseignant invite les étudiants à se produire en public.

Consigne – « Dites vos textes ou jouez-les devant le groupe classe. Ces derniers vont écouter attentivement pour tenter de repérer les réussites ou les erreurs. Ils tenteront de vous aider à améliorer votre articulation. »

[gʁupdø], Séance 2

[fi|degzɛʁsis]

Activité 1- l'Alphabet Phonétique International**Exercice 1 -**

Consigne – « Écoutez les énoncés suivants et transcrivez-les en API. »

4-

5-

6-

Activité 2 La sensibilisation aux faits phonétiques**Exercice 2 –**

Consigne – « Écoutez les séquences suivantes. Dites combien de syllabes les composent. »

1-

2-

3-

4-

5-

6-

Exercice 3 -

Consigne – « Dites pour chacun des énoncés suivants s'il s'agit de phrases interrogatives (?), exclamatives (!) ou déclaratives (.). »

Réponse -

5- (?)

6- (!)

7- (?)

8- (.)

Activité 3- La discrimination auditive**Exercice 4 -**

Consigne – « Écoutez. Quels sons entendez-vous? Combien de /i/, de /y/ et de /u/ entendez-vous dans cet énoncé? »

	Nombre d'apparitions
/i/	
/y/	
/u/	

Éventuellement...

	/y/	/u/
1		
2		
3		
4		
5		

Exercice 5 -

Consigne – « Écoutez les phrases suivantes et soulignez la ou les syllabe(s) accentuée(s). Ajoutez la ponctuation puis répétez-les chacun votre tour en prenant soin de bien marquer l'intonation. »

Exercice 6 -

Consigne – « Écoutez les ensembles de trois énoncés. Avec votre main, indiquez si c'est le premier, le deuxième ou le troisième mot qui contient le son annoncé par l'enseignant. »

5-

6-

7-

8-

Exercice 7-

Consigne – « Écoutez les paires de mots suivantes. Riment-elles ? »

2-

3-

4-

5-

6-

Activité 4- Intégration corporelle

Exercice 8 -

Consigne – « Souvenez-vous des différences articulatoires entre le [i], le [y] et le [u]. »

Exercice 9 -

Consigne – « Écoutez, répétez et mémorisez le texte. »

Exercice 10 -

Consigne – « Chacun d'entre vous récite son extrait. Attention à respecter l'intonation et la fluidité du texte ! »

Activité 5- L'association du code écrit/oral**Exercice 11-**

Consigne – « Écoutez et complétez les mots avec les lettres *i, u, ou* »

1 C'est ____	6 Vous ____ les limites
2 Une ____	7 Il y a un peu de ____
3 J'ai un ____	8 C'est un ____- de -sac
4 On ____	9 Mange ta ____
5 C'est ____	10 Tu as des ____

Exercice 12-

Consigne – « Écoutez le son. Repérez les mots dans lesquels on le retrouve. »

Exercice 13-

Consigne – « L'un d'entre vous écrit un mot au tableau. L'autre (ou les autres) apprenant doit le prononcer et *vice-versa*. Celui qui est le plus rapide est vainqueur. »

Activité 6- La production dirigée**Exercice 14 -**

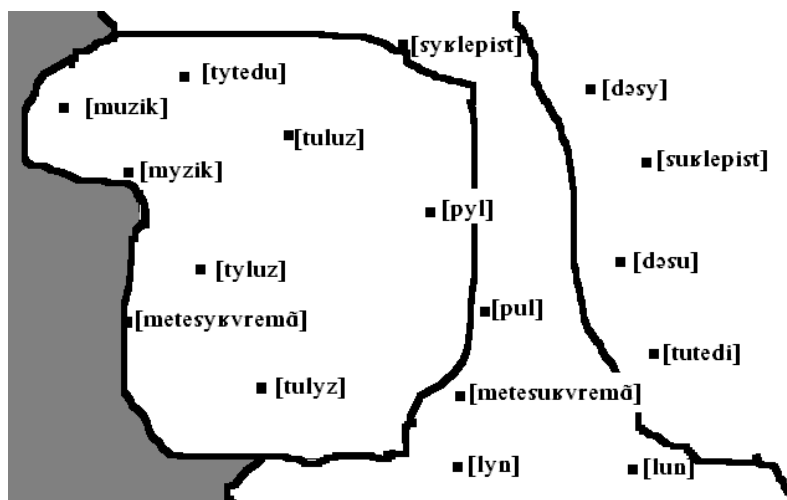
Consigne –

3- « Reprenons le texte *La Puce*. Vous souvenez-vous du texte ? »

Écrivez votre texte en API	Écrivez votre texte en français

4- Comparez l'écrit et l'oral. Quelles différences existe-t-il entre l'oral et l'écrit ?

Exercice 15 -



Consigne – « Reprenez l'exercice du *Voyage*. C'est à votre tour d'inventer le parcours. »

Activité 7- La production spontanée

Exercice 16 -

Consigne – « Reprenez les mots vus dans ce cours. Créez des phrases avec le maximum de sons [i], [y] et [u]. Écrivez-les puis mémorisez-les. Faites-les répéter à un camarade. »

Exercice 17 -

Consigne – « Dites vos textes ou jouez-les devant le groupe classe. Ces derniers vont écouter attentivement pour tenter de repérer les réussites ou les erreurs. Ils tenteront de vous aider à améliorer votre articulation. »

[групѣ], Séance 2

Fiche pédagogique

Activité 1- l'Alphabet Phonétique International**Exercice 1 -**

L'enseignant donne les phrases suivantes :

- 4- Une puce s'amuse sur un mur.
- 5- Du haut du mur, elle débute la flûte.
- 6- Fumer est ardu avec une embouchure.

Ensemble, les apprenants les transcrivent.

Exemple : Vous entendez : « La stupide créature joue de la flûte. », vous écrivez : [lastypidkʁeatyɤʒudəlaflyt]

Consigne – « Écoutez les énoncés suivants et transcrivez-les en API. »

Réponse –

- 7- [ɤnpɤssamyɤzyɤʃmyɤ]
- 8- [dyodymɤʁlɔbytlaflyt]
- 9- [fɤmeetaɤdyavɤkɤnəbuɤɤ]

Activité 2- La préparation corporelle et mentale**Exercice 3-** Massage et relaxation du corps.

Les sujets se mettent en cercle, assis sur des chaises, les pieds posés sur le sol. Ils doivent commencer par masser leur corps.

Ensuite, l'enseignant propose des exercices en vue d'aider les apprenants à relâcher les tensions corporelles. Il les invite à bailler en leur demandant d'ouvrir exagérément la mâchoire.

Consigne – « Suivez au fur et à mesure les consignes de l'enseignant. »

Exercice 4- Exercice de basse continue et de diphonie.

Un apprenant ou un groupe d'apprenants effectue une basse continue sur la voyelle la plus grave [ɤ]. Un autre groupe d'apprenants ou un apprenant seul chante sur la même note une voyelle aigue [i]. Le travail procède ainsi avec toutes les voyelles jusqu'à ce que les harmoniques se fassent nettement entendre.

Consigne – « Suivez au fur et à mesure les consignes de l'enseignant. »

Activité 3- La sensibilisation aux faits phonétiques**Exercice 4 –**

L'enseignant donne oralement les séquences suivantes :

- 7- Une puce sur un mur.
- 8- La puce fume la pipe et s'amuse ?
- 9- Elle jure de débiter la flûte !
- 10- Du haut du mur elle débute la flûte !

11- Fumer est ardu avec une embouchure !

12- Surprise, elle chute et perd son armure.

Il est évident que selon la prononciation de l'enseignant, le nombre de syllabe varie. Celui-ci doit de fait veiller à répéter à l'identique ses actes articulatoires.

Consigne – « Écoutez les séquences suivantes. Dites combien de syllabes les composent. »

Exercice 5 -

L'enseignant donne les phrases suivantes en marquant nettement l'intonation.

5- [setēbatyɤemju] (?)

6- [padytusedeluxdynyk] (!)

7- [salytyvabjēubjē] (?)

8- [laxatyɤfesaltɤyk] (.)

Exemple : [meuedōkōɤnikax] (?) : Phrase interrogative (?)

Consigne – « Dites pour chacun des énoncés suivants s'il s'agit de phrases interrogatives (?), exclamatives (!) ou déclaratives (.). »

Réponse -

9- (?)

10- (!)

11- (?)

12- (.)

Activité 4- La discrimination auditive

Exercice 6 -

L'enseignant cite dans son intégralité et lentement la séquence suivante une première fois :

« *La stupide créature qui jurait de débiter la flute en ce jour a trébuché d'un mur et a perdu son bout d'armure rouge.* »

Il demande aux apprenants d'écouter la séquence une deuxième fois et de noter combien de /i/ ils perçoivent. À la troisième écoute, ceux-ci doivent relever la fréquence de répétition de /y/. Lors de la dernière écoute, ceux-ci doivent marquer le nombre de /u/ entendus.

Consigne – « Écoutez. Quels sons entendez-vous? Combien de /i/, de /y/ et de /u/ entendez-vous dans cet énoncé? »

Réponse -

	Nombre d'apparitions
/i/	2
/y/	8
/u/	3

« *La stupide créature qui jurait de débiter la flute en ce jour a trébuché et a perdu son bout d'armure rouge.* »

Si les apprenants sont particulièrement efficaces et avancés, l'enseignant peut utiliser les phrases suivantes, entre autres proposées dans *350 exercices de phonétique* (Abry et Chalaron, 1994 : 28).

L'enseignant lit lentement les énoncés suivants :

1- « Pourquoi t'es-tu tu stupide tête ? »

- 2- Au menu, tu as eu des prunes cuites au sucre roux ?
 3- Un m'as-tu vu reluque l'unique fille du bus.
 4- La fille du bus s'offusque, mais le mufle s'en fiche.
 5- Un Suisse saoul manipule ses sous.

	/y/	/u/
1	4	1
2	5	1
3	6	0
4	4	0
5	1	2

Exercice 7 -

L'enseignant lit les phrases qui suivent, en marquant avec insistance les accents toniques.

- 3- Tu es stupide ! Vraiment stupide ! [tyestypidvremãstypid]
 4- Elle a chuté ? Comment ça chuter ? [ɛlaʃytekomaʃyʃte]

Consigne – « Écoutez les phrases suivantes et soulignez la ou les syllabe(s) accentuée(s). Ajoutez la ponctuation puis répétez-les chacun votre tour en prenant soin de bien marquer l'intonation. »

Exercice 8 -

L'enseignant lit l'ensemble des mots ci-dessous. Il donne ensuite un son puis lit un trio de mots.

- 5- [mil] [mul] [myl]
 6- [pyl] [pil] [pul]
 7- [pir] [pur] [pyr]
 8- [kyr] [kir] [kur]

Consigne – « Écoutez les ensembles de trois énoncés. Avec votre main, indiquez si c'est le premier, le deuxième ou le troisième mot qui contient le son annoncé par l'enseignant. »

Réponse -

- 9- /i/
 10- /y/
 11- /u/
 12- /y/

Exercice 9-

L'enseignant lit les paires de mots suivantes : 1- *mur – sur*, 2- *buse– bouse*, 3- *dine – deal*, 4- *putois – plutôt*, 5- *pour – pur*

Consigne – « Écoutez les paires de mots suivantes. Riment-elles ? »

Réponse -

- 1-O, 2- N, 3- N, 4- N, 5- N

Activité 5- Intégration corporelle

Exercice 10 -

L'enseignant vérifie l'intégration de la théorie articulatoire vue la séance précédente.

Consigne – « Souvenez-vous des différences articulatoires entre le [i], le [y] et le [u]. »

Exercice 11 -

L'enseignant fait lever et se mettre en cercle les apprenants. Il suit les consignes.

Consigne – « Tenez le son [i], puis le son [y] et enfin le son [u] sur une même note. Localisez les zones de votre corps mises en activité, en vibrations ou en résonances lors de la production de chaque son. Que sentez-vous ? Notez vos remarques dans le tableau ci-dessous. »

[i]	
[y]	
[u]	

Exercice 12 -

Consigne – « Observez les dessins. Avez-vous ressenti la même chose ? »



[y]



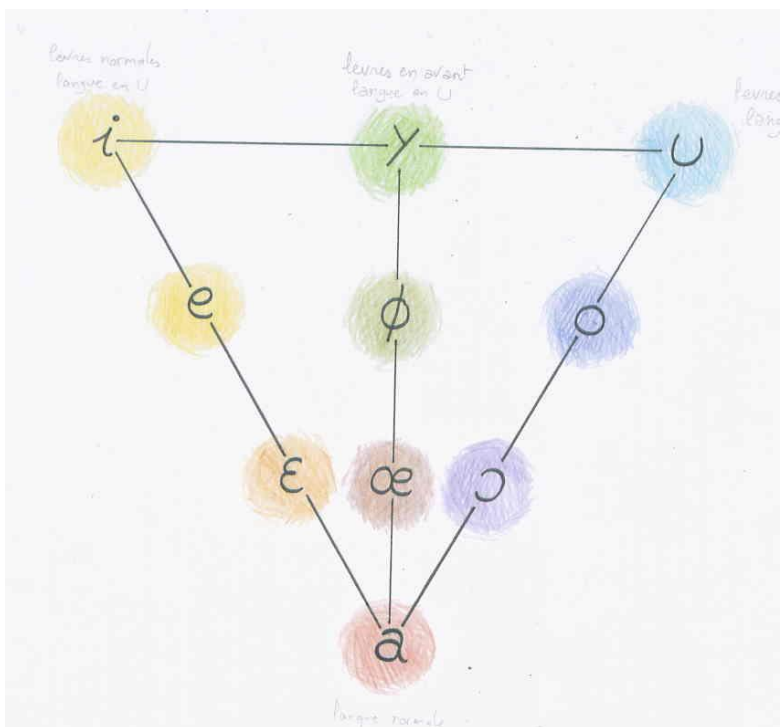
[i]



[u]

Exercice 13 –

L'enseignant présente à nouveau le tableau des couleurs.



Consigne –

« 1- Observez le tableau de couleurs.

- 1- Choisissez une couleur, demandez à l'enseignant de prononcer la voyelle qui lui correspond.
- 2- L'enseignant, à son tour, choisit une couleur et vous demande de prononcer le son qui lui est associé.
- 3- Faites l'exercice avec d'autres apprenants. Corrigez-vous les uns les autres avant de montrer vos progrès à l'enseignant. Le même exercice peut se faire en compétition : l'apprenant le plus rapide à prononcer le son attendu gagne.
- 4- Donnez un son à quelqu'un du groupe, celui-ci doit désigner la couleur associée. Faites-vous corriger par des membres du groupe. Si vous y parvenez facilement, reprenez l'exercice mais en donnant des suites de couleurs (et donc des suites de sons !)
- 5- Trouvez des mots qui utilisent les sons dans le même ordre. »

Exercice 14 -

L'enseignant fait réviser le texte de la première strophe de *la comptine de la Puce Chrystèle Chovelon* et fait apprendre celui de la seconde strophe :

« Une puce sur un mur

Fume la pipe et s'amuse.

Du haut du mur, elle débute la flute.

Fumer est ardu avec une embouchure

Surprise, elle chute et perd son armure!»

Consigne – « Écoutez, répétez et mémorisez le texte. »

Exercice 15 -

L'enseignant donne à chaque apprenant un passage du texte de la comptine.

Consigne – « Chacun d’entre vous récite son extrait. Attention à respecter l’intonation et la fluidité du texte ! »

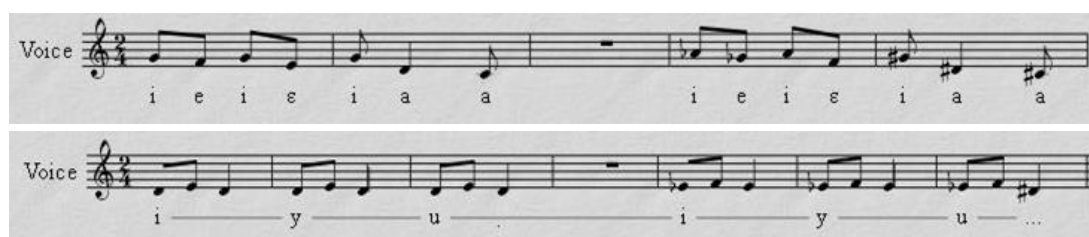
Le trapèze vocalique

Exercice 16 -

Pour les exercices suivants l’enseignant utilise des vocalises simples qui permettent de mémoriser facilement les changements articulatoires.

Consigne – « Imitiez l’enseignant :

- 1- Prononcez sur un même souffle et sans discontinuité les séries de deux voyelles suivantes : [i e i e i e], [e e e e e], [i y i y i y], [y u y u y u]
- 2- Chantez ces séries de deux voyelles sur une même note.
- 3- Chantez ensuite les vocalises suivantes :



L’assouplissement de la langue

Exercice 17 –

En fonction des compétences langagières des étudiants et du temps écoulé, l’enseignant choisit entre deux possibilités :

Soit il reprend les vocalises précédentes et intercale entre chaque voyelle une consonne, qu’il maintient sur l’ensemble de la vocalise dans un premier temps puis qu’il peut faire alterner ensuite. Par exemple : [ti ti ti ty ti tu], [ni ni ni ny ni nu], [ti ni ti ny ti nu], [pi ti ni py ti nu], [pti bdi pti bdy pti bdu]...

Soit il propose des extraits de virelangue puis les associe jusqu’à former l’ensemble. Il peut les faire prononcer aux apprenants de plus en plus rapidement jusqu’à l’éclat de rire général : « *turlututu chapeau pointu* », « *La nubienne nubile, la nubienne débile* », « *L’hurluberlu ahuri à la hure hurle* », « *La libellule hulule et pullule* », « *Le mur murant Paris rend Paris murmurant* ».

Consigne – « Suivez les propositions de l’enseignant :

- 1- Vocalisez sur des séries telles que [mnimnimni], [ptiptipti], [bdibdibd].
- 2- Remplacez le [i] par le [y], puis par le [u].
- 3- Répétez les mots proposés par l’enseignant ou par des apprenants.
- 4- « Rapez » sur des phrases sélectionnées par l’enseignant.
- 5- Reprenez le virelangue cité par l’enseignant. Dites-le de plus en plus vite. »

Exercice 18 -*L'aveugle et le son*

L'enseignant demande aux apprenants de se mettre en binôme et debout. L'un des deux présente ses deux paumes face au ciel. Le second pose ses mains, paume contre paume, sur celles de son camarade, puis ferme les yeux. L'apprenant qui garde les yeux ouverts se met à marcher lentement et en conscience de l'environnement, et émet un son sur la voyelle de son choix. Il est important que dans un premier temps, ni le son ni la voyelle ne varient. Petit à petit, les mains s'écartent jusqu'à ce que les bras retrouvent leur position verticale naturelle et originelle. Ainsi, l'apprenant aveugle n'est guidé plus que par un son et une voyelle. Lorsque cette compétence est acquise, le guide peut changer de voyelle et garder la note ou *vice-versa*.

Consigne – « Écoutez la consigne. Concentrez-vous ensuite sur vos impressions auditives. »

Activité 6 - La mémorisation de comptines**Exercice 18 –**

L'enseignant fait mémoriser la comptine aux apprenants.

Voice

Ue puce fume la pipe sur un mur, elle s'a - muse. Du haut du

Vo. 7

mur, elle dé - bu - te la flûte. Fu - mer est ar - du a - vec une em - bou -

Vo. 13

chure, sur - prise, elle chute et perd son a - mure. Ue

Consigne – « Écoutez, répétez et mémorisez la mélodie de la comptine, en associant petit à petit le texte déjà appris.

Activité 7- L'association du code écrit/oral**Exercice 19-**

L'enseignant lit chaque phrase complète après avoir expliqué les correspondances graphie-phonie aux apprenants.

1 C'est pire	6 Vous outrepasser les limites
2 Une louche	7 Il y a un peu de brume
3 J'ai un bout	8 C'est un cul-de-dac
4 On souffle	9 Mange ta soupe
5 C'est du mercure	10 Tu as des poules

Consigne – « Écoutez et complétez les mots avec les lettres *i, u, ou* »

1 C'est ____	6 Vous ____ les limites
2 Une ____	7 Il y a un peu de ____

3 J'ai un ____	8 C'est un ____ - de -sac
4 On ____	9 Mange ta ____
5 C'est ____	10 Tu as des ____

Exercice 20-

Comme dans la séance précédente, l'enseignant ou/et les apprenants écrivent des mots en vrac au tableau. L'enseignant propose un son. Le groupe doit identifier les mots dans lequel on retrouve le son prononcé. L'enseignant vérifie le bon déroulement de l'activité et les prononciations.

Consigne – « Écoutez le son. Repérez les mots dans lesquels on le retrouve. »

Exercice 21-

Un des apprenants écrit un mot au tableau. L'autre élève doit le prononcer et *vice-versa*. Celui qui est le plus rapide est vainqueur. Comme précédemment, l'enseignant vérifie le bon déroulement de l'activité et les prononciations.

Consigne – « L'un d'entre vous écrit un mot au tableau. L'autre (ou les autres) apprenant doit le prononcer et *vice-versa*. Celui qui est le plus rapide est vainqueur. »

Activité 8- La production dirigée**Exercice 22 -**

L'exercice est fait en autonomie. L'enseignant vient vérifier les copies et aide à l'analyse des différences entre graphie et phonie.

Consigne –

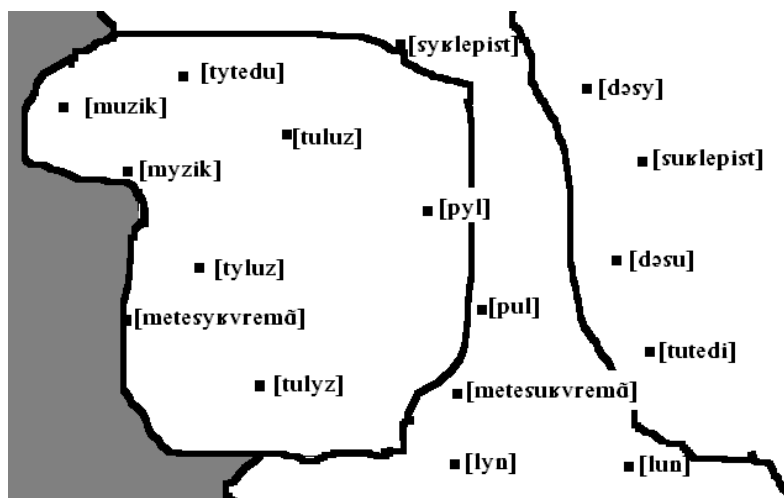
- 5- « Reprenons le texte *La Puce*. Vous souvenez-vous du texte ? »

Écrivez votre texte en API	Écrivez votre texte en français

- 6- Comparez l'écrit et l'oral. Quelles différences existe-t-il entre l'oral et l'écrit ?

Exercice 23 -

L'exercice est en autonomie. Les apprenants reprennent la carte utilisée dans la séance précédente et se dictent un voyage. La vérification est commune.



Consigne – « Reprenez l'exercice du *Voyage*. C'est à votre tour d'inventer le parcours. »

Exercice 24 -

Consigne – « Reprenons et chantons ensemble la comptine. À votre tour d'inventer une strophe avec les sons cibles. »

Activité 9- La production spontanée**Exercice 25 -**

Idem. Travail en autonomie. L'enseignant vient vérifier la prononciation et la graphie.

Consigne – « Reprenez les mots vus dans ce cours. Créez des phrases avec le maximum de sons [i], [y] et [u]. Écrivez-les puis mémorisez-les. Faites-les répéter à un camarade. »

Exercice 26 -

L'enseignant invite les étudiants à se produire en public.

Consigne – « Dites vos textes ou jouez-les devant le groupe classe. Ces derniers vont écouter attentivement pour tenter de repérer les réussites ou les erreurs. Ils tenteront de vous aider à améliorer votre articulation.

[gʁupɛ], Séance 2

[fiʁdegʁɛsis]

Activité 1- l'Alphabet Phonétique International**Exercice 1** - Consigne – « Écoutez les énoncés suivants et transcrivez-les en API. »

1-

2-

3-

Activité 2- La préparation corporelle et mentale**Exercice 3**- Massage et relaxation du corps. Consigne – « Suivez au fur et à mesure les consignes de l'enseignant. »**Exercice 4**- Exercice de basse continue et de diphonie. Consigne – « Suivez au fur et à mesure les consignes de l'enseignant. »**Activité 3- La sensibilisation aux faits phonétiques****Exercice 4** – Consigne – « Écoutez les séquences suivantes. Dites combien de syllabes les composent. »

1-

2-

3-

4-

5-

6-

Exercice 5 - Consigne – « Dites pour chacun des énoncés suivants s'il s'agit de phrases interrogatives (?), exclamatives (!) ou déclaratives (.). »

1-

2-

3-

4-

Activité 4- La discrimination auditive

Exercice 6 - Consigne – « Écoutez. Quels sons entendez-vous? Combien de /i/, de /y/ et de /u/ entendez-vous dans cet énoncé? »

Éventuellement...

	Nombre d'apparitions
/i/	
/y/	
/u/	

	/y/	/u/
1		
2		
3		
4		
5		

Exercice 7 - Consigne – « Écoutez les phrases suivantes et soulignez la ou les syllabe(s) accentuée(s). Ajoutez la ponctuation puis répétez-les chacun votre tour en prenant soin de bien marquer l'intonation. »

5- [tyestypidvremāstypid]

6- [ɛlafytekompāsafyte]

Exercice 8 - Consigne – « Écoutez les ensembles de trois énoncés. Avec votre main, indiquez si c'est le premier, le deuxième ou le troisième mot qui contient le son annoncé par l'enseignant. »

9- [mil] [mul] [myl]

10- [pyl] [pil] [pul]

11- [pir] [pur] [pyr]

12- [kyr] [kir] [kur]

Exercice 9- Consigne – « Écoutez les paires de mots suivantes. Riment-elles ? »

1-

2-

3-

4-

5-

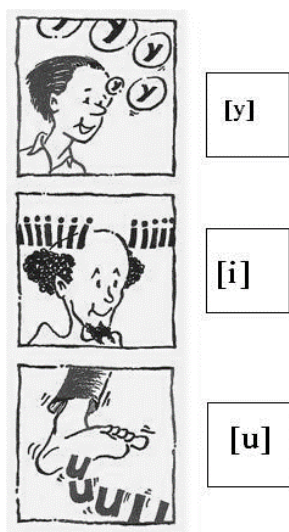
Activité 5- Intégration corporelle

Exercice 10 - Consigne – « Souvenez-vous des différences articulatoires entre le [i], le [y] et le [u]. »

Exercice 11 – « Tenez le son [i], puis le son [y] et enfin le son [u] sur une même note. Localisez les zones de votre corps mises en activité, en vibrations ou en résonances lors de la production de chaque son. Que sentez-vous ? Notez vos remarques dans le tableau ci-dessous. »

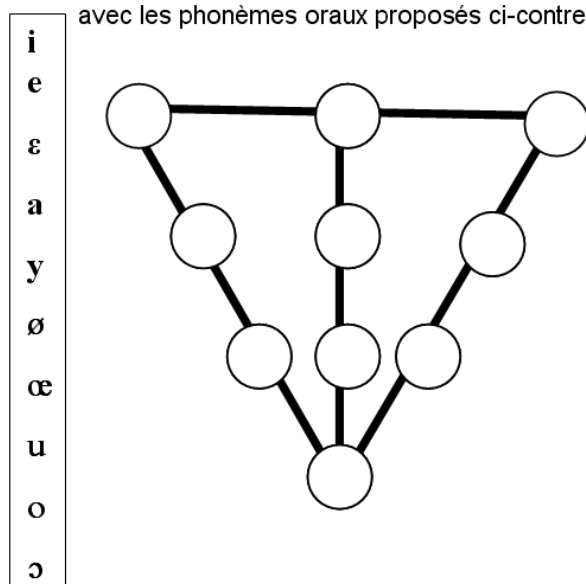
[i]	
[y]	
[u]	

Exercice 12 - Consigne – « Observez les dessins. Avez-vous ressenti la même chose ? »



Exercice 13 – Consigne – « Suivez au fur et à mesure les consignes de l'enseignant. »

Remplissez le triangle vocalique schématisé ci-dessous avec les phonèmes oraux proposés ci-contre



Exercice 14 –in poi, seguite le consigne

Exercice 15 - Consigne – « Chacun d’entre vous récite son extrait. Attention à respecter l’intonation et la fluidité du texte ! »

Exercice 16 – Le Trapèze Vocalique - Consigne – « Imitiez l’enseignant »

Exercice 17 – L’assouplissement de la langue- Consigne – « Suivez les propositions de l’enseignant »

Exercice 18 - *L’aveugle et le son* - Consigne – « Écoutez la consigne. Concentrez-vous ensuite sur vos impressions auditives. »

Activité 6 - La mémorisation de comptines

Exercice 18 – Consigne – « Écoutez, répétez et mémorisez la mélodie de la comptine, en associant petit à petit le texte déjà appris.

Activité 7- L’association du code écrit/oral

Exercice 19- Consigne – « Écoutez et complétez les mots avec les lettres *i, u, ou* »

1 C’est _____	6 Vous _____ les limites
2 Une _____	7 Il y a un peu de _____
3 J’ai un _____	8 C’est un _____ - de -sac
4 On _____	9 Mange ta _____
5 C’est _____	10 Tu as des _____

Exercice 20- Consigne – « Écoutez le son. Repérez les mots dans lesquels on le retrouve. »

Exercice 21- Consigne – « L’un d’entre vous écrit un mot au tableau. L’autre (ou les autres) apprenant doit le prononcer et *vice-versa*. Celui qui est le plus rapide est vainqueur. »

Activité 8- La production dirigée

Exercice 22 - Comptine

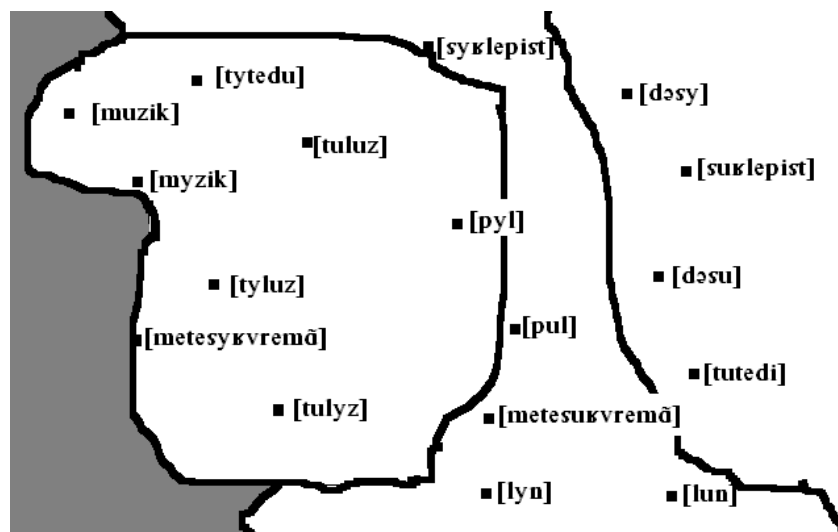
Consigne –

7- « Reprenons le texte *La Puce*. Vous souvenez-vous du texte ? »

Écrivez votre texte en API	Écrivez votre texte en français

8- Comparez l’écrit et l’oral. Quelles différences existe-t-il entre l’oral et l’écrit ?

Exercice 23 - Voyage



Consigne – « Reprenez l'exercice du *Voyage*. C'est à votre tour d'inventer le parcours. »

Exercice 24 - Consigne – « Reprenons et chantons ensemble la comptine. À votre tour d'inventer une strophe avec les sons cibles. »

Activité 9- La production spontanée

Exercice 25 - Consigne – « Reprenez les mots vus dans ce cours. Créez des phrases avec le maximum de sons [i], [y] et [u]. Écrivez-les puis mémorisez-les. Faites-les répéter à un camarade. »

Exercice 26 - Consigne – « Dites vos textes ou jouez-les devant le groupe classe. Ces derniers vont écouter attentivement pour tenter de repérer les réussites ou les erreurs. Ils tenteront de vous aider à améliorer votre articulation. »

Annexe IX

Questionnaire sociolinguistique distribué aux participants des études de production (version en italien).

Scheda dati del partecipante

Tutte le informazioni riportate in questo questionario rimarranno confidenziali e saranno utilizzate unicamente con lo scopo di creare i gruppi di francese in modo ottimale e di comprendere al meglio le ragioni dei progressi fatti da ciascuno.

Dati personali

Numero.....

Età.....

Luogo di nascita.....

Sesso.....

E-mail.....@.....

Telefono :.....

Lei è:

Destro ☐Mancino ☐**Studi**

Livello attuale

Istituto scolastico attuale

Altri titoli di studio o studi seguiti contemporaneamente

Lingue

Lingua madre.....

Se si ha più lingue materne, specificare di seguito (così vale per dialetti e patois italiani).....

....

Domicili dalla nascita

Luogo			Dal...al...		Numero di mesi/anni
Stato	Regione	Città	Dal	al	

Domicilio attuale (città).....Dal...

8. Indicare le lingue/dialetti/patois conosciuti e inserire il livello di competenza nei seguenti campi:

Lingue/dialetti/patois	Indicate il vostro livello di conoscenza						
	Inesperto	Principiante	Elementare	Intermedio	avanzato	eccellente	bilingue
	1	2	3	4	5	6	7
	comprensione			produzione			
	Orale (ascolto)	Scritta (lettura)	Dei suoni	Orale (Parlato)	Scritta (scrittura)	Dei suoni	

9. Indicare l'età e il periodo di apprendimento di tali lingue, per ogni competenza menzionata di seguito

Lingue/dialetti/patois	Età al momento della prima esposizione alla lingua				Dura ta dell'apprendimento	contesto dell'apprendimento (famiglia, scuola pubblica, scuola privata, viaggi, Erasmus...)
	Ascolto	Lettura	Parlato	scrittura		

10. Stimare in quantità percentuale l'utilizzo quotidiano di ogni lingua sopraccitata

Lingue/dialetti/patois	Frequenza di utilizzo attuale (scegliere la casella corrispondente)			
	Mai	Raro	Regolare	Frequente

11. La vostra origine linguistica/ geografica è intuibile quando parlate italiano?

Sì ☐

No ☐

Da cosa è dato?

Altra lingua materna

Se da lingue, dialetti, patois italiani, ☐ ciò dipende da una differenza di (più risposte possibili):

Lessico ☐

Grammatica ☐Pronuncia ☐

12. Quali lingue/dialetti/patois utilizzano con voi i parenti (nonni, genitori, fratelli e sorelle, zii e zie, amici...) e quali sono le vostre competenze a riguardo?

Lingue/dialetti/patois	G rado di parentela	Scegliere la casella corrispondente alle vostre competenze							
		Frequenza d'uso				Comprensione		Produzione	
		M ai	R aro	Re golare	Fre quente	O rale	s critta	O rale	s critta

13. Se avete viaggiato (in e/o fuori Italia) con soggiorni superiori ai 15 giorni, indicate

Lingue/dialetti/patois	Luogo			Dal...al..		Perio do di soggiorno	Ragio ni del soggiorno
	Sta to	Regio ne	Cit tà	D al	a l		

14. Se desidera aggiungere ulteriori informazioni riguardanti la o le lingue/dialetti/patois che conosce, le riporti di seguito

.....

.....

Per quale motivo vuole partecipare a questa settimana d'insegnamento e sperimentazione?

- | | | | |
|---|--------------------------|--|--------------------------|
| Ottenere crediti (cfu) | <input type="checkbox"/> | Migliorare la competenza in altre lingue | <input type="checkbox"/> |
| Predilizione per corsi a test/prove scritte | <input type="checkbox"/> | Esperienza personale | <input type="checkbox"/> |
| Migliorare la conoscenza del francese | <input type="checkbox"/> | Altri motivi | <input type="checkbox"/> |
| Migliorare la competenza fonetica | <input type="checkbox"/> | | |

13. Quali sono le Sue competenze in formazione musicale (solfeggio)?**Livello acquisito:**

- | | | |
|--------------|--------------------------|---|
| Zero | <input type="checkbox"/> | (mai praticato) |
| Principiante | <input type="checkbox"/> | (conoscenze di base) |
| Intermedio | <input type="checkbox"/> | (buone competenze in lettura e scrittura) |
| Avanzato | <input type="checkbox"/> | (ottime competenze) |
| Eccellente | <input type="checkbox"/> | (possibilità di insegnare o formare) |

Diplomi eventualmente ottenuti.....

Questionnaire sociolinguistique distribué aux participants des études de production (version en français).

Fiche du participant

Les informations mentionnées dans ce questionnaire resteront confidentielles et seront utilisées uniquement dans le but d'améliorer la mise en place des groupes de français et de mieux comprendre les raisons des progrès de chacun.

Données civiles

Numéro :

Age

Lieu de naissance :

Sexe :

E-mail :@.....

Vous êtes :

Droitier ☐

Gaucher ☐

Etudes

Niveau actuel :

Filière actuelle :

Autres études (antécédentes ou parallèles) et diplômes :

Langues

Langue Maternelle :

Si vous avez plusieurs langues maternelles, spécifiez (également les dialectes et patois italiens):

.....

Domiciles successifs depuis votre naissance (en nombre de mois/années) :

Lieu			De...à...		Nombre de mois/années
Pays	Région	Ville	De	à	

Domicile actuel (adresse) :

Depuis...

1. Citez les langues/dialectes/patois connus et situez votre niveau de compétence dans les domaines suivants :

Langues/dialectes/patois	Situez vos compétences					
	naïf	débutant	élémentaire	intermédiaire	avancé	
	1	2	3	4	5	6
	7					
	compréhension			production		
	Oral e (écoute)	Ecrit e (lecture)	De s sons	Oral e (parole)	Ecrit e (écriture)	De s sons

2. Indiquez l'âge et la période d'apprentissage de ces langues pour chacune des compétences mentionnées ci-dessous :

Langues/dialectes/patois	Age de la première exposition à la langue				Durée de l'apprentissage	Contexte d'apprentissage (famille, école publique, école privée, voyages, Erasmus...)
	écoute	lecture	parole	écriture		

3. Estimez en termes de pourcentage la quantité d'utilisation au quotidien de chacune de ces langues

Langues/dialectes/patois	Fréquence d'utilisation actuelle (cochez la case)			
	nulle	rare	régulière	souvent

4. Peut on repérer votre origine linguistique / géographique quand vous parlez italien ?

Oui ☐

Non ☐

A quoi est-ce dû ?

Autre langue maternelle ☐

Si langues, dialectes, patois italiens, ☐ est-ce dû à la différence de (choix multiples possibles) :

Lexique ☐Grammaire ☐Prononciation ☐

5. Quels langues/dialectes/patoiss utilisent vos parents proches avec vous (grands parents, parents, frères et sœurs, oncles et tantes, amis...) et quelles sont vos compétences dans ceux-ci ?

		Cochez les cases correspondants à vos compétences (= oui)							
Langues/dialectes/patoiss	Statut du parent	Fréquence d'usage				Compréhension		Production	
		jamais	rarement	régulièrement	souvent	compréhensible	écrite	orale	écrite

6. Si vous avez voyagé (à l'intérieur et/ou à l'extérieur de l'Italie) avec des séjours de plus de 15 jours, veuillez indiquer :

Langues/dialectes/patoiss	Lieu			De...à....		Durée des séjours	Raisons du séjour
	Pays	Région	Ville	Départ	Arrivée		

7. Si vous souhaitez ajouter des informations supplémentaires concernant la ou les langues/dialectes/patoiss que vous connaissez, veuillez les noter ci-dessous :

.....

.....

.....

.....

8. Pour quelles raisons souhaitez-vous suivre cette semaine d'enseignement et d'expérimentation ?

Valider crédits ☐Préférence pour cours à dossier/composition ☐Enrichissement personnel ☐Améliorer compétences en français ☐Améliorer compétences phonétiques ☐

Améliorer compétences dans d'autres langues ☐

Autres raisons ☐

précisez ci-dessous :

.....

9. Avez-vous déjà étudié

a) la phonétique ?

Oui ☐ Dans quel cadre ?

Comment ?

Non ☐

b) l'Alphabet Phonétique International ?

Oui ☐ Dans quel cadre ?

Comment ?

Non ☐

10. Avez-vous des problèmes auditifs ?

Oui ☐

Non ☐

Si oui, à quelle oreille ?

Précisez si vous le souhaitez

11. Avez-vous déjà fait de la musique ?

Oui ☐ *Si oui, merci de poursuivre le questionnaire.*

Non ☐ *Sinon, vous avez terminé.*

12. A quelle occasion ?

a. En situation intra-scolaire

Ecole Primaire ☐

Ecole Secondaire ☐

Lycée ☐

Université ☐

b. En situation extra-scolaire. Précisez l'occasion, la durée et la fréquence, éventuellement les niveaux atteints ou les diplômes obtenus.

		Tenez compte du temps de cours + du temps de travail personnel.							
Instruments	Contenu d'apprentissage	Age de début	Durée	Fréquence d'apprentissage (heure par semaine)				Niveau atteint	Diplômes obtenus
				<0,5	0,5 à 2	3 à 6	>7		

13. Quelles sont vos compétences en formation musicale (solfège) ?

Niveau atteint :

- Nul ☐ (jamais pratiqué)
 Débutant ☐ (connaissances basiques)
 Intermédiaire ☐ (bonnes compétences en lecture et écriture)
 Avancé ☐ (très bonnes compétences)
 Excellent ☐ (possibilité d'enseigner ou de former)

Diplômes éventuellement obtenus :

Merci de votre coopération et de ces informations,

Sandra Cornaz

Annexe X

Valeurs moyennes de formants, écarts types (en Hz) et nombre d'occurrences pour les voyelles du français pré-test et post-test produites par les locuteurs et locutrices italophones.

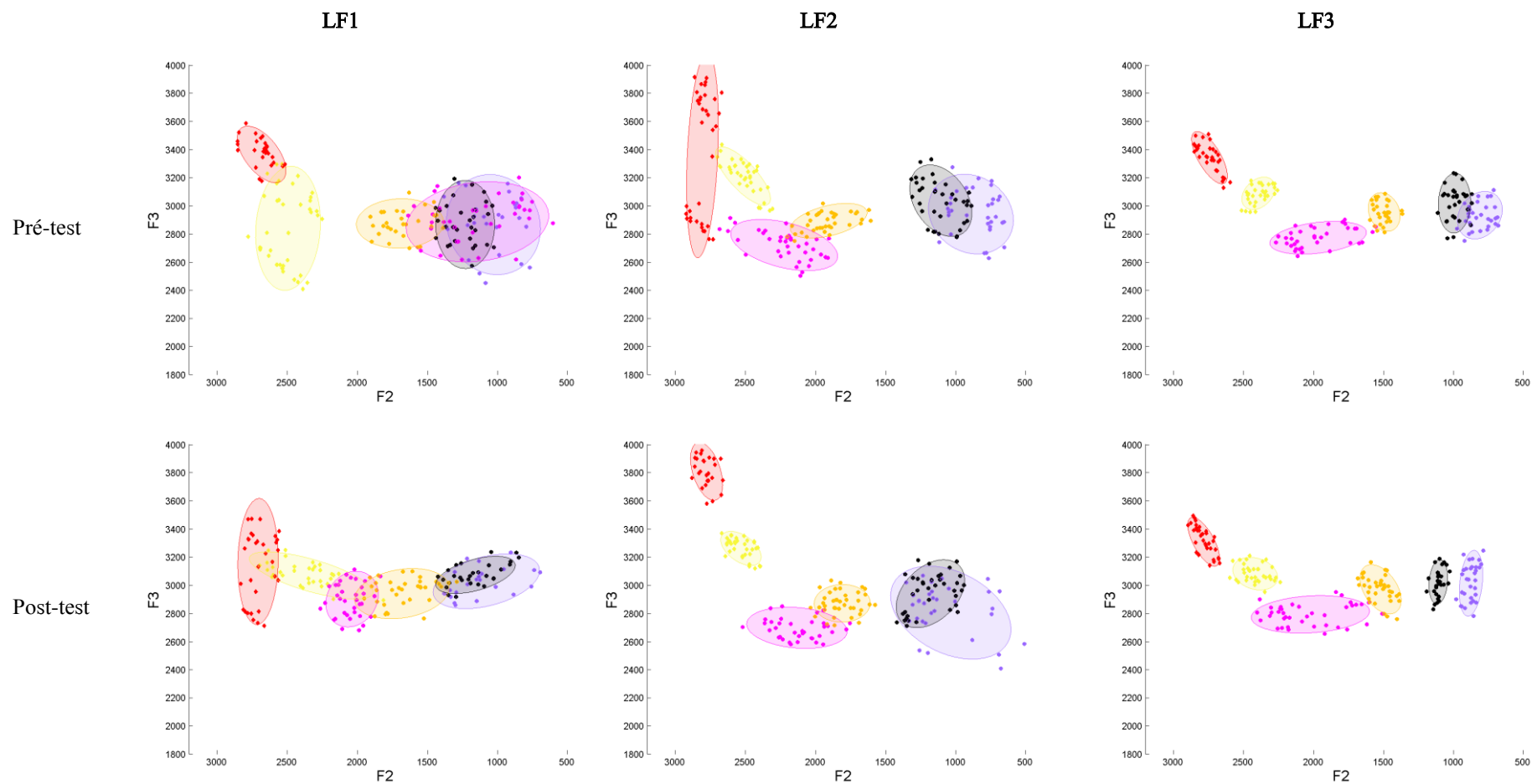
		LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb
/ i /	F ₁	494	(39)		444	(65)		353	(30)		292	(21)		421	(33)		380	(24)		476	(39)		294	(26)		333	(48)		281	(22)		280	(34)		371	(18)	
	F ₂	2686	(137)	40	2801	(74)	40	2710	(192)		2734	(60)		2694	(84)		2465	(109)		2632	(190)		2917	(79)		2550	(56)		2588	(96)		2371	(241)		2220	(51)	
	F ₃	3262	(242)		3341	(443)		3298	(176)	40	3539	(200)	40	3320	(346)	40	3548	(124)	40	3174	(326)	40	3065	(186)	40	3440	(151)	40	3181	(177)	40	2898	(126)	40	2994	(113)	40
	F ₄	3629	(329)		4162	(225)		4190	(116)		4017	(193)		3684	(208)		4174	(279)		3580	(210)		3881	(151)		4097	(173)		3732	(245)		3745	(344)		3729	(92)	
/ e /	F ₁	473	(38)		499	(42)		529	(34)		428	(50)		465	(36)		471	(43)		519	(43)		452	(66)		455	(101)		454	(26)		412	(59)		511	(33)	
	F ₂	2495	(139)	42	2525	(121)	42	2392	(166)	42	2352	(176)	42	2285	(180)	42	2260	(175)		2231	(214)	38	2643	(103)	42	2193	(131)	42	2129	(171)	42	1760	(202)	42	1946	(98)	42
	F ₃	2840	(264)		3197	(137)		3080	(91)	42	3006	(141)	42	3045	(156)	42	3096	(81)	42	2825	(280)	38	3149	(212)	42	2963	(132)	42	2689	(127)	42	2622	(112)	42	2624	(79)	42
	F ₄	3518	(492)		4152	(257)		3910	(414)		4098	(158)		4014	(281)		4193	(367)		3371	(369)		3807	(403)		4010	(138)		3666	(144)		3518	(170)		3714	(110)	
/ o /	F ₁	532	(86)		494	(31)		545	(27)		524	(62)		500	(40)		537	(39)		556	(39)		497	(57)		424	(59)		425	(28)		479	(59)		469	(57)	
	F ₂	1223	(129)	38	1112	(133)	38	1007	(130)	38	1136	(137)	38	1036	(211)	38	1130	(92)	38	1114	(131)	36	1107	(153)	38	1044	(202)	38	877	(81)	38	1107	(101)	38	1213	(286)	38
	F ₃	2891	(233)		3023	(169)		3016	(123)	38	2875	(124)	38	2958	(297)	38	2694	(177)	38	2908	(214)	36	3166	(171)	38	2856	(88)	38	2814	(171)	38	2694	(163)	38	2530	(191)	38
	F ₄	3893	(356)		3948	(195)		3841	(164)		3891	(108)		3884	(203)		3999	(156)		3881	(159)		4004	(172)		3726	(120)		3750	(257)		3584	(285)		3577	(180)	
/ u /	F ₁	458	(29)		411	(70)		370	(69)		386	(31)		406	(39)		417	(30)		462	(35)		332	(52)		368	(40)		398	(55)		349	(49)		426	(50)	
	F ₂	1031	(201)	40	895	(182)	40	825	(108)	40	933	(144)	38	859	(260)	40	1024	(155)	42	872	(163)	34	1029	(191)	40	1147	(236)	40	978	(177)	42	974	(157)	42	1618	(497)	42
	F ₃	2878	(196)		2941	(170)		2924	(155)	40	2797	(139)	38	2758	(338)	40	2504	(208)	42	2731	(330)	34	2981	(186)	40	2755	(135)	40	2616	(217)	42	2718	(109)	42	2703	(413)	42
	F ₄	4092	(315)		4052	(261)		4132	(87)		3968	(153)		3770	(310)		4028	(273)		3666	(372)		4049	(358)		3828	(201)		3613	(236)		3799	(253)		3723	(380)	
/ y /	F ₁	447	(26)		382	(70)		387	(67)		329	(29)		410	(32)		411	(28)		453	(56)		305	(32)		362	(95)		330	(34)		299	(34)		433	(61)	
	F ₂	1195	(372)	42	2228	(228)	42	1991	(237)	42	2061	(161)	42	2041	(197)	42	1674	(376)	40	1986	(443)	27	2126	(287)	40	1952	(328)	40	818	(267)	40	1012	(241)	40	1924	(642)	40
	F ₃	2906	(199)		2715	(115)		2792	(99)	42	2625	(57)	42	2729	(99)	42	2555	(192)	40	2725	(264)		2818	(129)	40	2777	(197)	40	2903	(321)	40	2728	(154)	40	3093	(407)	40
	F ₄	4074	(351)		3964	(304)		3816	(155)		3826	(167)		3868	(168)		3942	(201)		3729	(307)		4016	(119)		3777	(170)		3672	(282)		3796	(265)		4049	(595)	
/ ø /	F ₁	470	(39)		474	(38)		513	(65)		431	(32)		438	(26)		449	(62)		513	(38)		480	(65)		365	(24)		453	(34)		395	(54)		421	(24)	
	F ₂	1728	(226)	42	1905	(164)	42	1491	(186)	42	1715	(233)	42	1738	(117)	42	1811	(149)	42	1673	(225)	38	1572	(119)	42	2052	(142)	42	1785	(173)	42	1370	(181)	42	1487	(75)	42
	F ₃	2775	(258)		2894	(86)		2963	(150)		2806	(138)		2810	(178)		2750	(117)		2846	(209)		2871	(150)		2839	(78)		2590	(169)		2633	(145)		2503	(78)	
	F ₄	4045	(386)		4004	(252)		4008	(97)		3947	(157)		3988	(179)		4053	(182)		3937	(193)		3963	(110)		3914	(189)		3610	(175)		3596	(327)		3595	(125)	

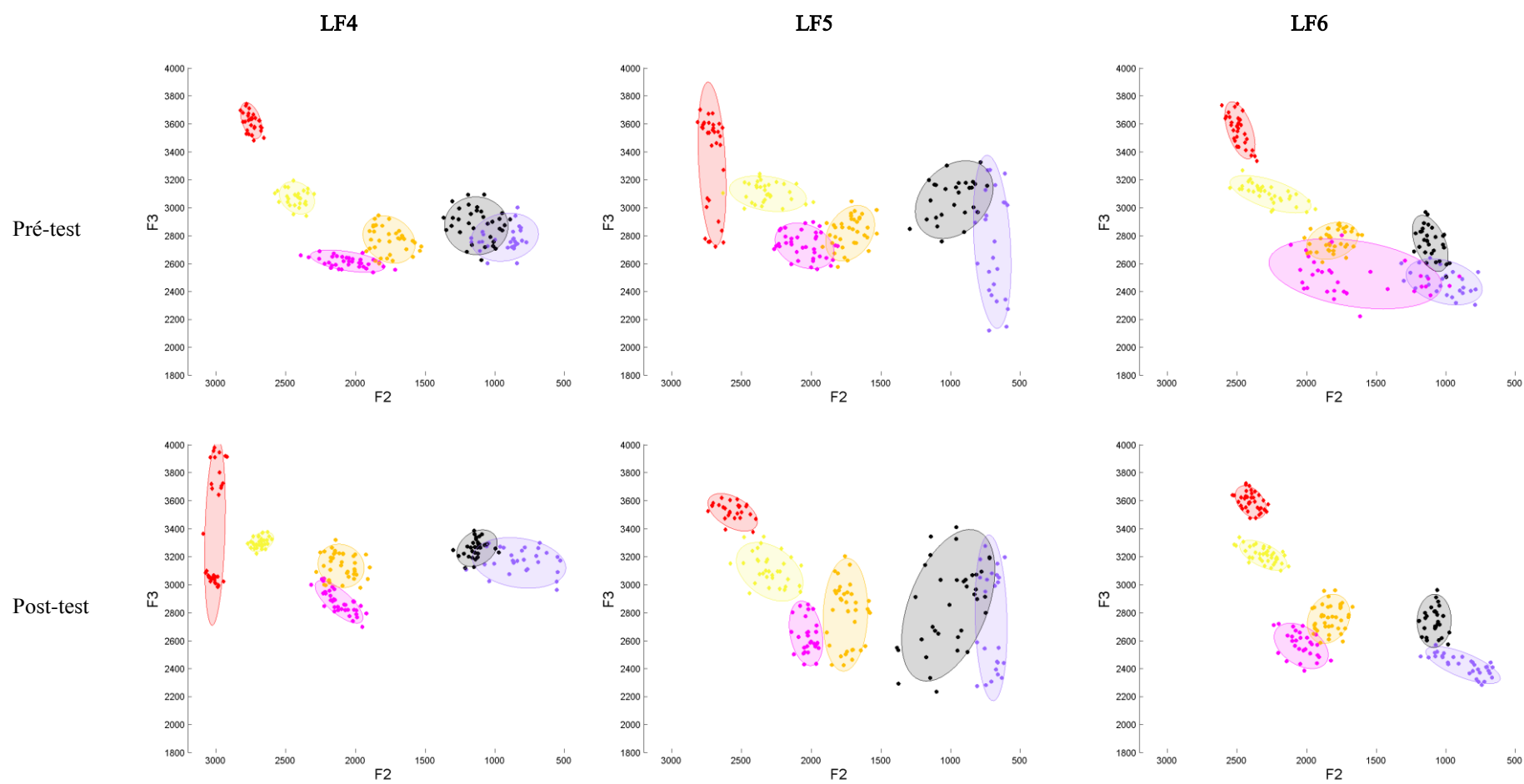
Tâche 1 (phrases CVCV) : Valeurs moyennes, écarts types et nombre d'occurrences par voyelle du français pré-test pour les locuteurs italophones.

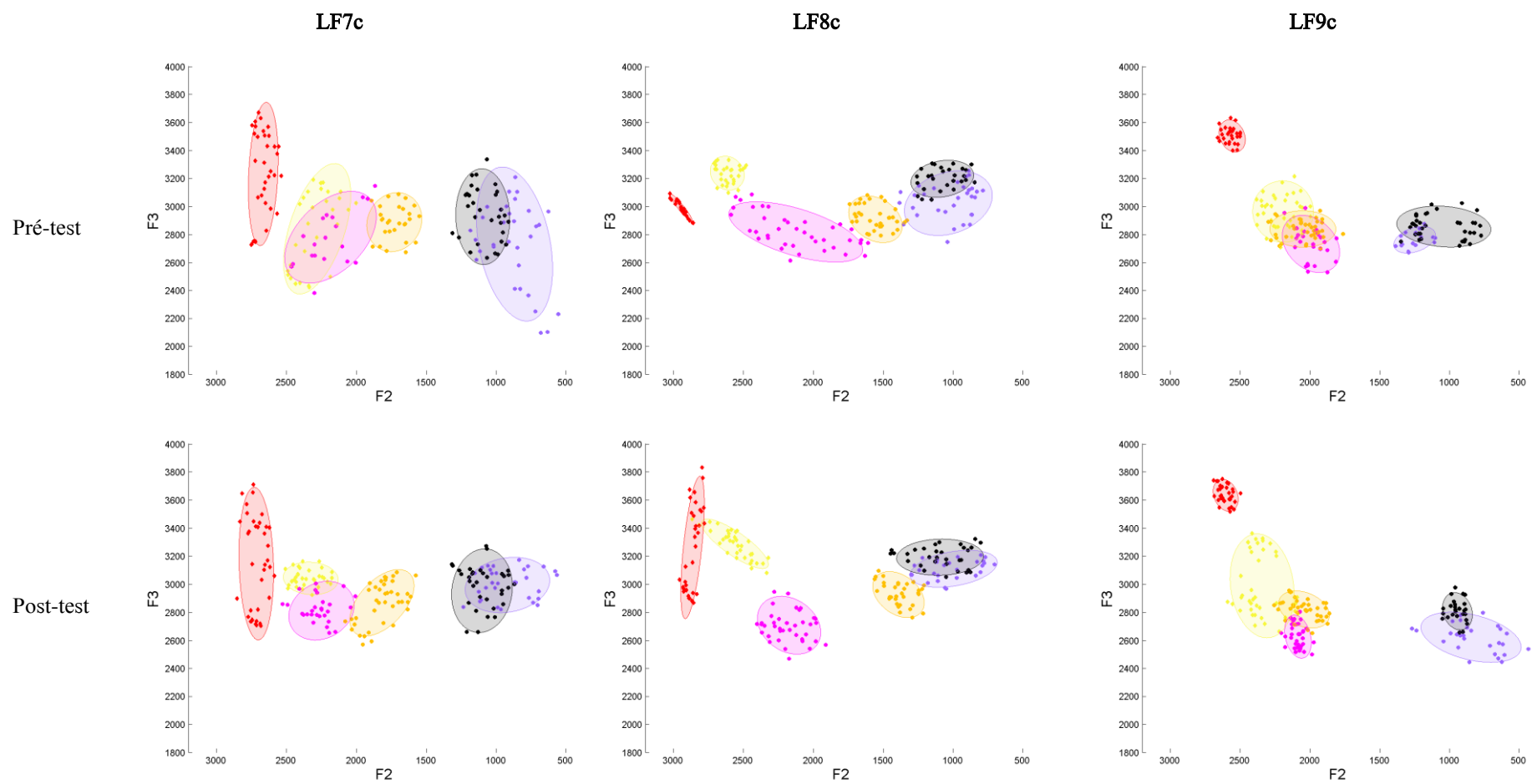
		LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb			
/ i /	F ₁	432	(33)		342	(45)		325	(19)		363	(49)		421	(47)		432	(36)		408	(47)		387	(40)		372	(46)		307	(18)		347	(51)		344	(26)	
	F ₂	2630	(271)	40	2760	(157)	40	2787	(69)	40	2983	(207)	40	2527	(177)	40	2406	(69)	40	2716	(74)	40	2856	(60)	40	2589	(107)	40	2554	(75)	40	2403	(186)	40	2240	(57)	
	F ₃	3178	(294)		3581	(401)		3288	(136)	40	3374	(402)	40	3449	(225)	40	3600	(85)	40	3146	(326)	40	3249	(306)	40	3622	(95)	40	3211	(147)	40	3036	(182)	40	3160	(172)	
	F ₄	3709	(387)		4029	(213)		4152	(322)		4037	(151)		3807	(290)		4117	(323)		3774	(240)		3950	(227)		4073	(139)		3935	(256)		3530	(226)		3752	(169)	
/ e /	F ₁	435	(22)		485	(41)		555	(27)		510	(23)		462	(38)		457	(33)		478	(43)		455	(43)		471	(54)		424	(21)		470	(31)		496	(29)	
	F ₂	2308	(305)	42	2530	(98)	42	2423	(100)	42	2680	(57)	42	2308	(147)	42	2312	(101)	42	2311	(150)	42	2571	(148)	42	2343	(137)	42	2252	(140)	42	1855	(180)	42	1917	(94)	
	F ₃	3054	(129)		3215	(158)		3065	(103)	42	3310	(49)	42	3029	(219)	42	3209	(64)	42	2998	(166)	42	3265	(143)	42	2988	(222)	42	2825	(132)	42	2596	(77)	42	2453	(77)	
	F ₄	3634	(544)		4053	(420)		3636	(532)		4211	(419)		4055	(258)		4202	(318)		3744	(474)		3669	(344)		4042	(91)		3852	(206)		3413	(111)		3619	(147)	
/ o /	F ₁	437	(21)		499	(43)		575	(37)		511	(28)		502	(41)		544	(50)		521	(42)		473	(63)		462	(108)		420	(24)		502	(34)		514	(46)	
	F ₂	1160	(170)	38	1183	(146)	38	1111	(66)	38	1128	(105)	38	1020	(200)	38	1066	(93)	38	1104	(130)	38	1099	(184)	38	974	(114)	38	1019	(88)	38	1053	(122)	38	1238	(208)	
	F ₃	3044	(110)		2939	(145)		3017	(92)	38	3253	(83)	38	2852	(325)	38	2714	(142)	38	2953	(179)	38	3137	(150)	38	2849	(156)	38	2867	(291)	38	2755	(229)	38	2631	(245)	
	F ₄	4068	(418)		3944	(175)		3953	(130)		4117	(153)		3882	(185)		3898	(122)		3849	(127)		3987	(167)		3830	(107)		3526	(256)		3303	(186)		3551	(175)	
/ u /	F ₁	426	(26)		384	(59)		325	(26)		424	(72)		413	(47)		453	(31)		435	(52)		428	(44)		451	(57)		327	(19)		377	(46)		437	(67)	
	F ₂	1079	(224)	40	1008	(261)	40	878	(99)	40	805	(195)	40	823	(204)	40	905	(180)	40	888	(186)	40	1019	(188)	40	849	(215)	40	946	(136)	40	797	(260)	40	1920	(471)	
	F ₃	2989	(158)		2740	(307)		3014	(152)	40	3053	(293)	40	2811	(339)	40	2444	(131)	42	2894	(289)	40	3026	(173)	38	2642	(117)	40	2613	(351)	40	2749	(260)	40	3108	(446)	
	F ₄	4008	(350)		3967	(260)		4174	(164)		4191	(279)		3886	(316)		3956	(185)		3780	(378)		4081	(176)		3816	(196)		3435	(247)		3491	(298)		3735	(260)	
/ y /	F ₁	439	(30)		311	(18)		330	(31)		400	(56)		417	(45)		440	(41)		432	(34)		363	(44)		354	(39)		349	(34)		385	(42)		392	(41)	
	F ₂	2021	(211)	42	2134	(215)	42	2020	(251)	42	2132	(113)	42	2079	(116)	42	1833	(465)	40	2149	(265)	42	2163	(152)	42	2051	(152)	42	1699	(311)	42	2011	(188)	42	1663	(312)	
	F ₃	2885	(138)		2698	(88)		2799	(90)	42	2882	(100)	42	2709	(270)	42	2536	(108)	40	2797	(219)	42	2703	(125)	42	2628	(92)	42	2619	(388)	42	2831	(344)	42	2439	(225)	
	F ₄	3812	(421)		3923	(172)		3915	(194)		3980	(234)		3882	(206)		3728	(127)		3837	(192)		3836	(181)		3722	(108)		3402	(145)		3412	(306)		3503	(162)	
/ ø /	F ₁	432	(22)		415	(45)		560	(38)		516	(27)		443	(36)		448	(27)		470	(26)		462	(42)		412	(32)		404	(43)		418	(37)		414	(36)	
	F ₂	1674	(228)	42	1811	(119)	42	1518	(89)	42	2095	(116)	42	1763	(103)	42	1844	(92)	42	1819	(138)	42	1427	(145)	42	2049	(109)	42	1774	(242)	42	1447	(231)	42	1532	(100)	
	F ₃	2936	(125)		2873	(101)		2951	(136)	42	3125	(112)	42	2777	(243)	42	2756	(105)	42	2867	(142)	42	2874	(163)	42	2835	(107)	42	2620	(219)	42	2611	(216)	42	2455	(107)	
	F ₄	4092	(392)		4017	(203)		4071	(244)		4192	(317)		4019	(192)		4034	(170)		3964	(140)		3890	(128)		3947	(127)		3607	(201)		3311	(274)		3527	(140)	

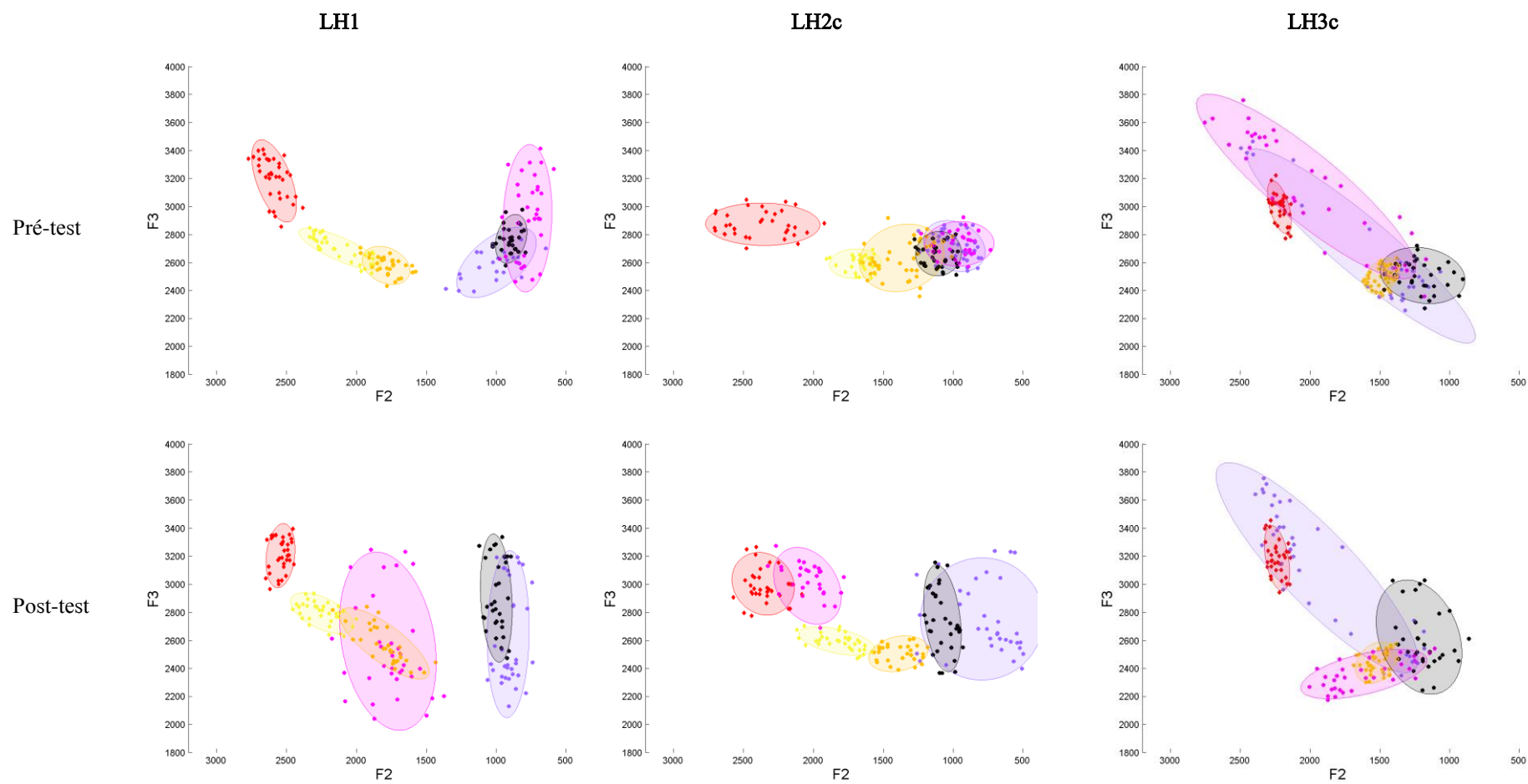
Tâche 1 (phrases CVCV) : Valeurs moyennes, écarts types et nombre d'occurrences par voyelle du français post-test pour les locuteurs italophones.

Ellipses de dispersion à 75 % projetées dans les plans cartésiens F_2/F_3 à partir des valeurs moyennes de formants pour les voyelles fermées et mi-fermées du français produites par les louteurs et locutrices natifs de l'italien au pré-test (en haut) et au post-test (en bas) (sujet indiqués en première ligne).









		LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb			
/ i /	F ₂ -F ₁	2192	(132)		2357	(95)		2357	(204)		2442	(70)		2273	(86)		2085	(118)		2155	(199)		2623	(76)		2217	(71)		2307	(106)		2092	(238)		1849	(49)	
	F ₃ -F ₂	577	(254)	40	540	(461)	40	587	(135)	40	805	(172)	40	626	(343)	40	1083	(120)	40	565	(335)	40	148	(212)	40	890	(143)	40	593	(145)	40	526	(258)	40	774	(95)	40
	F ₄ -F ₃	377	(444)		821	(499)		893	(162)		478	(290)		364	(400)		625	(333)		406	(414)		816	(215)		656	(214)		551	(290)		847	(347)		736	(115)	
/ e /	F ₂ -F ₁	2022	(141)		2026	(120)		1862	(182)		1933	(186)		1820	(205)		1789	(195)		1712	(215)		2187	(135)		1748	(209)		1675	(180)		1347	(206)		1435	(120)	
	F ₃ -F ₂	345	(310)	42	671	(112)	42	695	(200)	42	659	(182)	42	760	(188)	42	836	(139)	42	595	(356)	38	506	(246)	42	770	(185)	42	561	(150)	42	871	(193)	42	679	(79)	42
	F ₄ -F ₃	678	(518)		955	(287)		830	(426)		1092	(174)		969	(300)		1124	(367)		533	(521)		658	(397)		1048	(139)		976	(125)		896	(168)		1090	(118)	
/ o /	F ₂ -F ₁	689	(172)		618	(129)		462	(135)		607	(145)		537	(201)		593	(93)		558	(131)		630	(147)		620	(216)		452	(84)		619	(127)		745	(324)	
	F ₃ -F ₂	1665	(263)	38	1911	(189)	38	2010	(189)	38	1734	(183)	38	1938	(436)	38	1564	(190)	38	1795	(265)	36	2079	(249)	38	1812	(209)	38	1937	(223)	38	1587	(193)	38	1317	(220)	38
	F ₄ -F ₃	1001	(473)		924	(208)		825	(185)		1016	(159)		926	(323)		1305	(207)		973	(224)		838	(238)		871	(134)		935	(302)		890	(317)		1047	(101)	
/ u /	F ₂ -F ₁	572	(207)		484	(184)		460	(136)		549	(164)		449	(276)		607	(151)		410	(176)		701	(183)		764	(247)		590	(158)		625	(143)		1192	(482)	
	F ₃ -F ₂	1835	(281)	40	2046	(229)	40	2090	(192)	40	1876	(205)	38	1915	(417)	40	1481	(229)	42	1860	(318)	34	1974	(265)	40	1616	(253)	40	1678	(350)	42	1744	(175)	42	1084	(242)	42
	F ₄ -F ₃	1214	(287)		1111	(292)		1208	(173)		1171	(200)		1010	(436)		1524	(331)		934	(479)		1068	(396)		1073	(178)		997	(323)		1081	(284)		1021	(161)	

		LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb			
/ y /	F ₂ -F ₁	724	(342)		1847	(262)		1604	(245)		1732	(178)		1631	(204)		1263	(382)		1534	(454)		1822	(308)		1598	(347)		489	(266)		713	(248)		1491	(627)	
	F ₃ -F ₂	1711	(389)	42	487	(215)	42	801	(251)	42	564	(143)	42	688	(192)	42	880	(345)	40	739	(505)	27	691	(235)	40	825	(401)	40	2085	(465)	40	1717	(327)	40	1169	(404)	40
	F ₄ -F ₃	1168	(384)		1249	(280)		1024	(143)		1202	(198)		1138	(134)		1388	(249)		1004	(350)		1199	(177)		1000	(259)		769	(507)		1068	(333)		956	(282)	
/ ø /	F ₂ -F ₁	1258	(229)		1432	(168)		964	(174)		1283	(225)		1300	(120)		1363	(190)		1160	(228)		1092	(133)		1687	(145)		1332	(172)		974	(180)		1066	(81)	
	F ₃ -F ₂	1054	(374)	42	988	(204)	42	1463	(166)	42	1082	(271)	42	1072	(226)	42	939	(156)	42	1172	(332)	38	1299	(203)	42	787	(162)	42	804	(219)	42	1263	(248)	42	1016	(125)	42
	F ₄ -F ₃	1269	(411)		1111	(220)		1045	(158)		1141	(185)		1178	(206)		1303	(130)		1091	(99)		1092	(126)		1075	(154)		1020	(256)		964	(349)		1093	(132)	

		LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb			
/ i /	F ₂ -F ₁	2185	(258)		2418	(152)		2462	(80)		2620	(215)		2106	(156)		1975	(68)		2307	(96)		2469	(55)		2214	(140)		2247	(81)		2056	(188)		1896	(59)	
	F ₃ -F ₂	548	(351)	40	821	(397)	40	500	(127)	40	401	(433)	40	922	(303)	40	1193	(81)	40	430	(326)	40	393	(336)	40	1033	(79)	40	656	(171)	40	633	(192)	40	921	(172)	40
	F ₄ -F ₃	531	(481)		449	(441)		864	(370)		663	(429)		357	(370)		518	(355)		628	(426)		701	(368)		451	(167)		724	(276)		494	(222)		591	(243)	
/ e /	F ₂ -F ₁	1873	(305)		2045	(106)		1868	(101)		2170	(61)		1846	(167)		1854	(109)		1833	(182)		2116	(142)		1872	(136)		1828	(143)		1385	(185)		1421	(111)	
	F ₃ -F ₂	746	(246)	42	685	(175)	42	642	(144)	42	630	(82)	42	721	(245)	42	897	(82)	42	687	(247)	42	694	(166)	42	644	(243)	42	572	(141)	42	741	(178)	42	536	(123)	42
	F ₄ -F ₃	580	(598)		838	(408)		571	(530)		900	(441)		1026	(311)		993	(323)		746	(492)		404	(393)		1055	(193)		1028	(212)		817	(120)		1166	(110)	
/ o /	F ₂ -F ₁	722	(170)		684	(144)		536	(85)		618	(110)		519	(187)		522	(85)		583	(142)		627	(183)		512	(154)		599	(88)		551	(129)		724	(206)	
	F ₃ -F ₂	1913	(221)	38	1756	(243)	38	1907	(120)	38	2125	(154)	38	1832	(453)	38	1647	(142)	38	1849	(231)	38	2085	(210)	38	1875	(207)	38	1848	(315)	38	1701	(231)	38	1392	(264)	38
	F ₄ -F ₃	1024	(434)		1005	(164)		936	(153)		864	(184)		1030	(329)		1185	(169)		895	(145)		851	(184)		980	(162)		659	(369)		549	(267)		921	(258)	
/ u /	F ₂ -F ₁	653	(238)		625	(271)		558	(103)		384	(214)		408	(227)		452	(193)		451	(190)		589	(196)		399	(258)		619	(134)		419	(277)		1483	(445)	
	F ₃ -F ₂	1935	(292)	40	1719	(291)	40	2136	(217)	40	2229	(316)	40	1961	(386)	40	1516	(156)	42	2004	(304)	40	2033	(282)	38	1773	(199)	40	1676	(401)	40	1955	(372)	40	1188	(262)	40
	F ₄ -F ₃	1018	(370)		1228	(320)		1160	(224)		1147	(461)		1075	(431)		1512	(198)		886	(478)		1055	(260)		1175	(235)		821	(445)		723	(354)		626	(359)	

		LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
		μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb			
/ y /	F ₂ -F ₁	1582	(204)		1823	(215)		1696	(275)		1732	(143)		1664	(123)		1393	(495)		1718	(281)		1800	(184)		1697	(176)		1350	(306)		1626	(186)		1271	(323)	
	F ₃ -F ₂	864	(238)	42	564	(217)	42	780	(282)	42	750	(86)	42	630	(298)	42	704	(426)	40	648	(330)	42	540	(163)	42	577	(185)	42	920	(497)	42	819	(315)	42	777	(384)	42
	F ₄ -F ₃	927	(391)		1225	(148)		1115	(194)		1098	(203)		1173	(216)		1191	(184)		1040	(301)		1133	(250)		1094	(140)		783	(444)		582	(419)		1064	(251)	
/ ø /	F ₂ -F ₁	1242	(229)		1396	(119)		958	(106)		1579	(120)		1320	(117)		1395	(96)		1349	(145)		965	(144)		1636	(114)		1370	(258)		1029	(236)		1118	(101)	
	F ₃ -F ₂	1260	(296)	42	1062	(148)	42	1433	(125)	42	1030	(165)	42	1015	(278)	42	912	(153)	42	1048	(244)	42	1447	(257)	42	787	(120)	42	846	(318)	42	1164	(285)	42	923	(172)	42
	F ₄ -F ₃	1155	(375)		1144	(182)		1119	(280)		1066	(360)		1241	(192)		1279	(134)		1097	(88)		1016	(98)		1112	(111)		987	(248)		700	(373)		1072	(132)	

			LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
			μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb			
/ i /	F ₂ -F ₁		9,97	(,42)		10,71	(,6)		11,29	(,69)		11,95	(,29)		10,64	(,35)		10,41	(,44)		9,97	(,69)		12,38	(,26)		11,09	(,47)		11,69	(,39)		11,08	(,73)		9,79	(,19)	
	F ₃ -F ₂		1,32	(,58)	40	1,15	(,97)	40	1,35	(,36)	40	1,76	(,34)	40	1,40	(,74)	40	2,49	(,3)	40	1,32	(,79)	40	0,33	(,46)	40	2,04	(,3)	40	1,40	(,32)	40	1,39	(,73)	40	2,03	(,22)	40
	F ₄ -F ₃		0,75	(,88)		1,56	(,1)		1,66	(,33)		0,88	(,55)		0,74	(,83)		1,11	(,59)		0,85	(,88)		1,63	(,42)		1,20	(,4)		1,10	(,57)		1,74	(,65)		1,51	(,25)	
/ e /	F ₂ -F ₁		9,65	(,48)		9,51	(,43)		8,88	(,69)		9,72	(,67)		9,12	(,78)		9,00	(,76)		8,48	(,74)		10,23	(,7)		8,99	(1,15)		8,74	(,65)		7,84	(,84)		7,66	(,54)	
	F ₃ -F ₂		0,86	(,77)	42	1,61	(,27)	42	1,75	(,59)	42	1,69	(,53)	42	1,96	(,52)	42	2,15	(,44)	42	1,60	(,97)	38	1,19	(,57)	42	2,04	(,5)	42	1,59	(,46)	42	2,72	(,66)	42	2,02	(,26)	42
	F ₄ -F ₃		1,44	(1,02)		1,79	(,55)		1,60	(,82)		2,14	(,35)		1,89	(,59)		2,11	(,69)		1,18	(1,11)		1,28	(,76)		2,08	(,29)		2,12	(,27)		2,01	(,35)		2,38	(,25)	
/ o /	F ₂ -F ₁		4,47	(1,07)		4,21	(,71)		3,18	(,84)		4,04	(,83)		3,68	(1,15)		3,96	(,54)		3,70	(,72)		4,27	(,84)		4,40	(1,36)		3,44	(,57)		4,28	(,84)		4,88	(1,74)	
	F ₃ -F ₂		5,66	(,82)	38	6,57	(,75)	38	7,15	(,86)	38	6,09	(,78)	38	6,91	(1,69)	38	5,66	(,63)	38	6,28	(,92)	36	6,97	(,99)	38	6,62	(1,18)	38	7,45	(,8)	38	5,79	(,68)	38	4,90	(1,19)	38
	F ₄ -F ₃		2,04	(,94)		1,84	(,42)		1,66	(,37)		2,08	(,34)		1,90	(,75)		2,72	(,47)		1,99	(,5)		1,62	(,49)		1,83	(,27)		1,96	(,61)		1,95	(,63)		2,38	(,27)	
/ u /	F ₂ -F ₁		4,01	(1,23)		3,64	(1,19)		3,65	(,1)		4,14	(1,09)		3,34	(1,73)		4,38	(,88)		3,04	(1,17)		5,20	(1,05)		5,32	(1,52)		4,36	(,91)		4,71	(,88)		6,97	(1,76)	
	F ₃ -F ₂		6,69	(1,25)	40	7,70	(1,13)	40	8,05	(,85)	40	7,12	(,98)	38	7,59	(1,71)	40	5,79	(,96)	42	7,29	(1,1)	34	7,02	(1,14)	40	5,85	(1,45)	40	6,47	(1,4)	42	6,65	(,96)	42	3,59	(1,19)	42
	F ₄ -F ₃		2,42	(,55)		2,20	(,58)		2,39	(,39)		2,40	(,41)		2,17	(,97)		3,26	(,72)		2,03	(1,07)		2,09	(,78)		2,26	(,34)		2,22	(,7)		2,29	(,57)		2,23	(,46)	
			LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
			μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb
/ y /	F ₂ -F ₁		4,78	(1,76)		9,70	(1,11)		8,89	(1,01)		9,68	(,71)		8,84	(,8)		7,40	(1,71)		8,14	(1,88)		10,08	(1,15)		8,99	(1,46)		3,84	(1,3)		5,37	(1,37)		7,88	(2,61)	
	F ₃ -F ₂		6,03	(1,84)	42	1,36	(,65)	42	2,32	(,82)	42	1,65	(,47)	42	1,99	(,68)	42	2,96	(1,53)	40	2,27	(1,83)	27	1,95	(,79)	40	2,45	(1,28)	40	8,12	(1,66)	40	6,50	(1,45)	40	3,55	(2,08)	40
	F ₄ -F ₃		2,31	(,73)		2,58	(,5)		2,14	(,28)		2,58	(,38)		2,39	(,25)		2,98	(,54)		2,16	(,82)		2,44	(,37)		2,12	(,54)		1,63	(1,1)		2,26	(,71)		1,84	(,44)	
/ ø /	F ₂ -F ₁		7,19	(,93)		7,83	(,67)		5,75	(,73)		7,46	(,96)		7,54	(,5)		7,72	(,95)		6,60	(,99)		6,53	(,73)		9,31	(,52)		7,57	(,71)		6,37	(,9)		6,69	(,4)	
	F ₃ -F ₂		3,21	(1,2)	42	2,84	(,67)	42	4,59	(,7)	42	3,33	(1,1)	42	3,22	(,67)	42	2,82	(,52)	42	3,59	(1,18)	38	4,03	(,66)	42	2,21	(,5)	42	2,51	(,74)	42	4,35	(,98)	42	3,45	(,44)	42
	F ₄ -F ₃		2,59	(,88)		2,22	(,38)		2,08	(,36)		2,35	(,39)		2,41	(,43)		2,66	(,24)		2,24	(,29)		2,22	(,3)		2,20	(,26)		2,28	(,57)		2,12	(,72)		2,48	(,29)	

			LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
			μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb
/ i /	F ₂ -F ₁		10,31	(,77)		11,53	(,53)		11,76	(,31)		11,85	(,75)		10,19	(,45)		9,78	(,33)		10,81	(,5)		11,35	(,33)		10,81	(,64)		11,34	(,29)		10,54	(,67)		10,11	(,27)	
	F ₃ -F ₂		1,30	(,9)	40	1,75	(,84)	40	1,13	(,28)	40	0,84	(,94)	40	2,13	(,76)	40	2,75	(,19)	40	0,97	(,72)	40	0,86	(,72)	40	2,30	(,21)	40	1,56	(,39)	40	1,60	(,49)	40	2,33	(,39)	40
	F ₄ -F ₃		1,05	(,95)		0,85	(,87)		1,59	(,68)		1,28	(,84)		0,68	(,71)		0,91	(,62)		1,27	(,88)		1,36	(,74)		0,81	(,3)		1,39	(,52)		1,03	(,44)		1,18	(,5)	
/ e /	F ₂ -F ₁		9,41	(,96)		9,65	(,44)		8,77	(,34)		9,83	(,24)		9,22	(,65)		9,28	(,43)		9,09	(,75)		10,01	(,47)		9,25	(,55)		9,39	(,48)		7,67	(,7)		7,68	(,5)	
	F ₃ -F ₂		1,96	(,79)	42	1,63	(,42)	42	1,60	(,37)	42	1,44	(,19)	42	1,84	(,63)	42	2,24	(,24)	42	1,77	(,67)	42	1,64	(,41)	42	1,64	(,59)	42	1,54	(,39)	42	2,28	(,61)	42	1,66	(,39)	42
	F ₄ -F ₃		1,13	(1,14)		1,57	(,74)		1,11	(,1)		1,62	(,79)		2,01	(,64)		1,84	(,6)		1,48	(,96)		0,78	(,75)		2,10	(,45)		2,13	(,41)		1,87	(,26)		2,66	(,2)	
/ o /	F ₂ -F ₁		4,94	(,92)		4,54	(,78)		3,55	(,53)		4,17	(,64)		3,59	(1,04)		3,55	(,51)		3,94	(,83)		4,31	(1,05)		3,74	(1,05)		4,35	(,52)		3,81	(,81)		4,66	(1,04)	
	F ₃ -F ₂		6,45	(1,02)	38	6,00	(,95)	38	6,55	(,44)	38	6,98	(,65)	38	6,70	(1,67)	38	6,07	(,53)	38	6,45	(,87)	38	7,03	(1,03)	38	6,94	(,79)	38	6,69	(,91)	38	6,25	(,81)	38	4,98	(1,02)	38
	F ₄ -F ₃		1,96	(,79)		2,02	(,32)		1,86	(,3)		1,62	(,35)		2,15	(,78)		2,49	(,39)		1,83	(,34)		1,65	(,38)		2,04	(,36)		1,43	(,81)		1,26	(,62)		2,07	(,62)	
/ u /	F ₂ -F ₁		4,56	(1,45)		4,51	(1,72)		4,41	(,7)		2,94	(1,52)		3,11	(1,5)		3,32	(1,23)		3,35	(1,26)		4,21	(1,2)		2,96	(1,79)		4,77	(,78)		3,21	(1,84)		8,03	(1,71)	
	F ₃ -F ₂		6,80	(1,44)	40	6,53	(1,41)	40	7,92	(,86)	40	8,42	(1,3)	40	7,77	(1,47)	40	6,31	(1,02)	42	7,60	(1,26)	40	7,19	(1,27)	38	7,25	(1,32)	40	6,52	(1,29)	40	7,95	(1,78)	40	3,39	(1,2)	40
	F ₄ -F ₃		2,00	(,71)		2,57	(,79)		2,24	(,44)		2,22	(,97)		2,25	(,95)		3,30	(,41)		1,84	(1,05)		2,06	(,54)		2,52	(,47)		1,91	(1,03)		1,61	(,77)		1,32	(,81)	
			LF1			LF2			LF3			LF4			LF5			LF6			LF7c			LF8c			LF9c			LH1			LH2c			LH3c		
			μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb	μ	σ	nb
/ y /	F ₂ -F ₁		8,51	(,74)		10,07	(,7)		9,52	(1,09)		9,25	(,71)		8,93	(,54)		7,64	(2,43)		8,97	(1,07)		9,69	(,82)		9,40	(,81)		8,12	(1,31)		8,97	(,71)		7,58	(1,42)	
	F ₃ -F ₂		2,43	(,81)	42	1,61	(,68)	42	2,25	(,92)	42	2,04	(,26)	42	1,77	(,73)	42	2,42	(2,05)	40	1,81	(1,02)	42	1,52	(,48)	42	1,69	(,63)	42	2,93	(1,69)	42	2,28	(,84)	42	2,63	(1,45)	42
	F ₄ -F ₃		1,88	(,72)		2,57	(,27)		2,30	(,36)		2,21	(,36)		2,49	(,48)		2,64	(,41)		2,18	(,68)		2,40	(,52)		2,39	(,3)		1,85	(1,08)		1,31	(,97)		2,49	(,61)	
/ ø /	F ₂ -F ₁		7,31	(,95)		8,02	(,54)		5,63	(,55)		8,10	(,45)		7,59	(,55)		7,84	(,41)		7,55	(,58)		6,05	(,68)		8,86	(,46)		7,94	(1,13)		6,49	(,1)		6,94	(,49)	
	F ₃ -F ₂		3,81	(1,08)	42	3,11	(,48)	42	4,44	(,37)	42	2,72	(,47)	42	3,03	(,76)	42	2,70	(,46)	42	3,07	(,74)	42	4,67	(,87)	42	2,20	(,35)	42	2,65	(1,09)	42	3,95	(,99)	42	3,13	(,59)	42
	F ₄ -F<																																					

- *Tu vas continuer ta route sur le chemin de la vérité, lui répondit Doc. Tu vas redescendre par l'autre versant de la montagne pour aller à la rencontre de l'aventure qui t'attend.*
- *L'aventure qui éclaire et qui enrichit, n'est-ce pas, Doc ?*
- *Oui, Princesse. Car il y a toujours de nouveaux chemins à se frayer et de nouvelles chansons à chanter. Ce qui me rappelle que nous avons organisé un concert en plein air pour fêter ton départ.*

Grad, M. [1995] (2006) *La princesse qui croyait aux contes de fées*. Le Touvet : Ambre, 251.